



A CRISE DOS PLÁSTICOS

EDITORES DO VOLUME

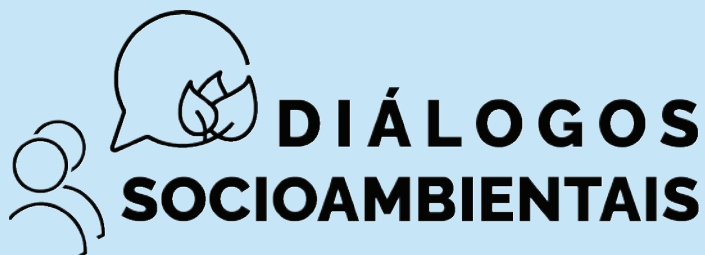
SYLMARA L. F. GONÇALVES DIAS
ISABELA RIBEIRO B. DE CARVALHO
ISABELLA DE CARVALHO VALLIN
CARLA I. ELLIFF
FELIPE RODRIGUEZ TORRES

abril
2025

volume
08

número
21





A CRISE DOS PLÁSTICOS

Esta publicação é uma produção do Grupo de Acompanhamento e Estudos de Governança Ambiental (GovAmb), sediado no Instituto de Energia e Ambiente (IEE/USP), e do Laboratório de Planejamento Territorial, sediado na Universidade Federal do ABC. Ela nasceu vinculada ao Projeto Temático FAPESP 2015/03804-9 “Governança Ambiental da Macrometrópole Paulista face à Variabilidade Climática — MacroAmb”, parte do Programa FAPESP Mudanças Climáticas Globais, coordenado pelo professor Pedro Roberto Jacobi

(IEE/IEA/USP), reunindo docentes da Universidade de São Paulo, da Universidade Federal do ABC (UFABC), do Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA) e da Universidade São Judas Tadeu. Com o título “Diálogos Socioambientais na Macrometrópole” foram publicados 12 números. Com o término do projeto temático, o projeto editorial passou a tratar de novos territórios e temas e isso resultou em uma mudança de título. A partir do número 13, a revista passou a se chamar Diálogos Socioambientais.

ACOMPANHE-NOS



Editores

Pedro Roberto Jacobi
Luciana Travassos
Paulo de Almeida Sinisgalli
Sandra Momm
Silvana Zioni
Andre Pasti

Assessoria Editorial

Igor Matheus Santana Chaves
Hugo da Silva Carlos
Lyvia Nascimento Cirqueira Fischer
Natalia Teixeira Neves
Marcelo Aversa
Beatriz Milz
Valeriana Brotto
Isabela Morais Rodrigues

Editores do volume

Sylmara Lopes Francelino Gonçalves Dias
Isabela Ribeiro B. de Carvalho
Isabella de Carvalho Vallin
Carla I. Elliff
Felipe Rodriguez Torres

Conselho editorial

Carolina Moutinho Duque De Pinho
Célio Bermann
Edmilson Dias De Freitas
Fernanda Graziella Cardoso
Gilberto Marcos Antonio Rodrigues
Klaus Frey
Leandro Luiz Giatti
Mariana Menzio
Sylmara Lopes Francelino Gonçalves Dias

Diagramação

Marina Rago Moreira

Tradução

Carla I. Elliff

Edição

Vol. 08, n. 21
abril/2025

Sobre a revista

Publicação Trimestal

ISSN 2596-2183

✉ jornalismomacroamb@iee.usp.br

🔗 <https://periodicos.ufabc.edu.br/index.php/dialogossocioambientais>

Attribution-NonCommercial 4.0
International (CC BY-NC 4.0)

**REALIZAÇÃO**

SUMÁRIO

EDITORIAL

06 **A crise do plástico: da informação à ação**

10 *The plastics crisis: From information to action*

Sylmara Lopes Francelino Gonçalves Dias, Isabela Ribeiro Borges de Carvalho, Isabella de Carvalho Vallin, Carla I. Elliff, Felipe Rodriguez Torres

CONJUNTURA/CURRENT AFFAIRS

16 **Plásticos, abordagens do ciclo de vida e a lei**

21 *Plastics, life cycle approaches and the law*

Rosalind Malcolm, Matthew Peacock, Samuel Winton

26 **Mudando o foco para a produção de plástico: enfrentando os impactos climáticos, a dependência nos combustíveis fósseis e as lacunas nas políticas globais dos plásticos**

30 *Shifting focus to plastic production: Tackling plastics' climate impacts, fossil fuel lock-ins, and global policy gaps*

Daniela Duran Gonzalez

34 **Plástico e a saúde humana**

38 *Plastic and human health*

Thais Mauad, Regiani Carvalho-Oliveira, Luis F. Amato-Lourenço

42 **Rochas de plástico: interação da poluição plástica com a geologia**

48 *Plastic rocks: Interactions between plastic pollution and geology*

Gerson Fernandino, Carla I. Elliff

54 **Bioplásticos, plásticos biodegradáveis e outras falsas soluções**

58 *Bioplastics, biodegradable plastics, and other fake solutions*

Ítalo Braga de Castro

JOVENS PESQUISADORES/YOUNG RESEARCHERS

64 **Os limites da reciclagem do plástico e os seus desafios no Brasil**

68 *The limits of plastic recycling and its challenges in Brazil*

Tainá Ângela Vedovello Bimbati, Fábio Luiz Cardozo, Sylmara Lopes Francelino Gonçalves Dias

72 **Resíduos plásticos na saúde: uma síntese global de estimativas em várias escalas e contextos**

77 *Healthcare plastic waste: A global synthesis of estimates across scales and contexts*

Nathalia Silva de Souza Lima Cano, Melissa M. Bilec

ENGAJAMENTO/ENGAGEMENT

84 **A culpa recai no consumidor, mas quem controla a produção do plástico?**

88 *The blame falls on the consumer, but who controls plastic production?*

Iran Magno, Jemilli Viaggi, João Malavolta, Julia Catão, Paula Johns

92 **Da informação à ação: lições do projeto Lixo Zero Santa Tereza em Belo Horizonte, MG**

97 *From information to action: Lessons from the Santa Tereza Zero Waste project in Belo Horizonte, MG*

Juliana Gonçalves, Marcelo Alves de Souza

102 **Marés de plástico: desafios do lixo no mar para a pesca artesanal**

106 *Plastic tides: Marine litter challenges for artisanal fisheries*

Laura Develey, Nicole R. Guerrato, Leandra R. Gonçalves

ENTREVISTA/INTERVIEW

112 **Como o plástico afeta as catadoras e os catadores?**

Entrevista com Valquiria Candido da Silva Fundadora e Presidente da Cooperativa do Parque Cocaia (COOPERPAC)

116 *How does plastic affect waste pickers?*

Interview with Valquiria Candido da Silva Founder and President of the Parque Cocaia Cooperative (COOPERPAC)

ARTES/ARTS

122 **A onipresença do plástico na vida cotidiana: um exercício de foto voz em comunidade periférica de São Paulo**

130 *The omnipresence of plastic in everyday life: A photovoice exercise in a peripheral community in São Paulo*

Jutta Gutberlet, Sylmara Lopes Francelino Gonçalves Dias

A crise do plástico: da informação à ação



Sylmara Lopes France-
lino Gonçalves Dias



Isabela Ribeiro Borges
de Carvalho



Isabella de Carvalho
Vallin



Carla I. Elliff



Felipe Rodriguez Torres

A crise global dos plásticos representa um dos desafios socioambientais mais urgentes e complexos do nosso tempo. Em sua origem, o plástico foi definido como símbolo do progresso industrial e da conveniência da modernidade, com isso transformou profundamente as formas de produção e consumo no último século. Sua onipresença em embalagens, roupas, utensílios, automóveis, equipamentos médicos, entre outros, consolidou a utilização e dependência estrutural a um material que, embora seja útil em determinados segmentos e setores, se tornou um dos maiores vetores de degradação ambiental global.

Observado em todos os ecossistemas do planeta, do fundo do oceano às regiões mais remotas dos continentes, o símbolo do plástico se transformou para o de uma economia linear e insustentável. Produzido majoritariamente a partir de derivados fósseis, como petróleo e gás, o plástico está no centro das dinâmicas que intensificam as mudanças climáticas. Além disso, a sua persistência no ambiente — com uma decomposição que pode levar séculos — torna a poluição plástica uma ameaça constante aos ecossistemas, à biodiversidade e à saúde humana. Microplásticos já foram detectados no ar, na água potável, em alimentos e até no corpo humano, evidenciando os riscos sistêmicos associados a essa cadeia.

Contudo, essa crise não afeta a todos de maneira igual. A geografia da produção e descarte de plásticos revela desigualdades profundas para as comunidades periféricas, populações negras, indígenas e tradicionais, especialmente no Sul Global, que são desproporcionalmente impactadas pela proximidade com polos petroquímicos, lixões, incineradores e outros empreendimentos poluentes. Essa distribuição desigual de riscos e danos denuncia o racismo ambiental e evidencia as injustiças inerentes ao atual modelo de desenvolvimento. Enquanto isso, os catadores e catadoras de materiais recicláveis seguem invisibilizados nas políticas públicas e nos sistemas formais de gestão de resíduos. A crise do plástico, portanto, é também uma crise de direitos, de justiça e de reconhecimento. Frente a esse contexto, nos últimos anos, avanços científicos, mobilizações sociais e acordos internacionais — como as negociações em curso por um tratado global sobre o plástico — vêm pressionando por uma transição para modelos mais sustentáveis. Por essa razão é preciso pensar em ações de engajamento contra a poluição por plástico.

Esta edição nasce do curso de extensão universitária oferecido pelo Núcleo de Pesquisa em Organizações, Sociedade e Sustentabilidade da Universidade de São Paulo- NOSS/USP em conjunto com a *Global Alliance for Incinerator Alternatives* - GAIA e a *Break Free From Plastic* - BFFP pela Escola de Artes, Ciências e Humanidades da USP. O curso de mesmo nome desta edição, “A Crise dos plásticos: da informação à ação”, teve duas edições ofertadas em 2024, com a conclusão de 180 participantes. A partir da percepção do interesse das pessoas pelo tema, já que houve a inscrição de cerca de 1000 pessoas, o NOSS/USP se propôs a realizar a presente edição como forma de divulgação científica para alcançar ainda mais pessoas sobre o tema. O grupo vem desenvolvendo diversas ações com esse propósito e, em 2022, lançou a coleção “Repensando o plástico”, composta de uma websérie com três episódios e um vídeo didático voltado ao público jovem (que podem ser acessados pelo seu [canal no YouTube](#)). Além disso, o NOSS/USP possui uma série de textos disponível no portal de [Livros Abertos da USP](#).

Esta 21ª edição da *Revista Diálogos Socioambientais* propõe articular saberes científicos, populares e comunitários que mobilizem o leitor a sair da informação e partir para a ação, convidando à construção de respostas coletivas e interdisciplinares à crise dos plásticos. Para tanto, reuniram-se artigos que abordam a crise dos plásticos a partir de diferentes campos do conhecimento e experiências práticas. São reflexões que percorrem desde os impactos da poluição por plástico nas mudanças climáticas e saúde humana, até experiências comunitárias “resíduo zero”. Esses foram organizados nas seções: **conjuntura**, em que a maior parte dos artigos debate os vários aspectos do tema tratado; **jovem pesquisa**, dedicada a textos de graduandos, mestrandos e doutorandos com trabalhos em desenvolvimento; **engajamento**, que reúne artigos de pessoas que estão à frente ou discutem o papel da sociedade civil e movimentos sociais no tema; **entrevista**, com relatos de conversas com pessoas relacionadas ao tema e; **artes**, voltada a produções artísticas que dialoguem com o tema, sugeridas por pesquisadores do projeto ou convidados desta edição.

Abrindo a seção **conjuntura** da edição, o artigo “Plásticos, abordagens do ciclo de vida e a lei”, de Rosalind Malcolm, Matthew Peacock e Samuel Winton, propõe uma virada de chave: repensar a governança do plástico a partir de uma lógica sistêmica, embasada na ecologia industrial e voltada à circularidade. A crítica ao atual modelo linear é o ponto de partida para propor novas diretrizes jurídicas e institucionais, com destaque para o potencial do Tratado Global dos Plásticos como catalisador dessa mudança.

Essa necessária transformação sistêmica é aprofundada no artigo seguinte, “Mudando o foco para a produção de plástico: enfrentando os impactos climáticos, a dependência nos combustíveis fósseis e as lacunas nas políticas globais dos plásticos”, de Daniela Duran, que amplia o escopo do debate ao abordar as conexões entre a produção de plásticos, a crise climática e a dependência dos combustíveis fósseis. A autora argumenta que reduzir a produção de plásticos primários é essencial não apenas para conter a poluição, mas para alcançar as metas climáticas do Acordo de Paris, desafiando a predominância de estratégias focadas na gestão de resíduos.

As consequências dessa cadeia produtiva para a saúde humana são detalhadas no artigo “Plásticos e a saúde humana”, de Thais Mauad, Regiani Carvalho-Oliveira e Luís Fernando Amato-Lourenço. O texto revela como a onipresença dos plásticos — e, em especial, dos micro e nanoplásticos — afeta nosso organismo, agravada pela toxicidade de aditivos químicos amplamente utilizados nesses materiais. O artigo reforça a urgência de regulamentações mais restritivas sobre químicos e a redução da produção de plástico como medidas de proteção à saúde.

Indo para além do escopo da saúde, os impactos do plástico se incrustam literalmente na geologia do planeta, como mostrado no artigo “Rochas de plástico: interação da poluição plástica com a geologia”, de Gerson Fernandino e Carla Elliff. A interação de resíduos plásticos com formações geológicas e sua incorporação em rochas levanta reflexões sobre o legado humano na Terra e sua possível marca no registro geológico do Antropoceno.

Já em relação a possíveis respostas para toda a problemática apresentada, soluções ditas “verdes” também são colocadas sob escrutínio. No artigo “Bioplásticos, plásticos biodegradáveis e outras falsas soluções”, Ítalo Braga Castro denuncia a confusão entre termos técnicos e o marketing ambiental enganoso que desvia o foco da redução real da poluição por plásticos. O autor alerta o consumidor a adotar um olhar crítico para a rotulagem desses materiais e exigir certificações regulamentadas.

Na outra ponta da cadeia, os limites da reciclagem no Brasil são analisados por Tainá Ângela Vedovello Bimbati, Fábio Luiz Cardozo e Sylmara Lopes Francelino Gonçalves Dias em “Os limites da reciclagem do plástico e os seus desafios no Brasil”, artigo que integra a seção de **jovens pesquisadores** da edição. O texto aponta que, embora promissora, a reciclagem enfrenta sérios entraves técnicos e estruturais, penalizando especialmente os catadores e catadoras de materiais recicláveis — elo fundamental e frequentemente invisibilizado da cadeia de resíduos.

Esses desafios da reciclagem são particularmente críticos quando se trata dos resíduos gerados pelos serviços de saúde, como mostra o artigo da mesma seção “Resíduos plásticos utilizados na saúde: uma síntese global de estimativas em várias escalas e contextos”, de Nathalia Silva de Souza Lima Cano e Melissa M. Bilec. A partir de uma ampla revisão global, as autoras evidenciam a complexidade da gestão desses resíduos e defendem a incorporação de princípios de economia circular no setor da saúde.

Trazendo as reflexões para o âmbito da seção de **engajamento**, iniciamos com uma discussão sobre a responsabilização do consumidor que é, por vezes, usada para desviar o foco da origem do problema — a produção. É esse o ponto central de “A culpa recai no consumidor, mas quem controla a produção do plástico?”, de Iran Magno, Jemilli Viaggi, João Malavolta, Julia Catão e Paula Johns. A partir da campanha “Pare o Tsunami de Plástico” e do PL 2524/2022, os autores defendem que apenas com regulação robusta e ação estatal será possível conter a escalada da produção e poluição por plástico no Brasil.

A perspectiva da mobilização comunitária ganha protagonismo no artigo seguinte, “Da informação à ação: lições do projeto Lixo Zero Santa Tereza em Belo Horizonte, MG”, de Juliana Gonçalves e Marcelo Alves de Souza, que demonstra como a construção participativa de soluções locais, baseada em escuta ativa e governança ampliada, pode promover mudanças efetivas na gestão dos resíduos. Os desafios são significativos nessa transformação, mas o artigo aponta os caminhos possíveis.

Essa atuação comunitária também se faz presente em contextos costeiros, como revela o artigo “Marés de plástico: desafios do lixo no mar para a pesca artesanal”, de Laura Develey, Nicole R. Guerrato e Leandra R. Gonçalves. Por meio das vozes de pescadores artesanais de Bertioga, o artigo evidencia os impactos diretos e indiretos do lixo no mar na pesca e destaca a importância de soluções co-construídas que considerem os saberes locais.

A perspectiva de catadoras e catadores é trazida à tona de forma sensível e pragmática na **entrevista** realizada por Isabella de Carvalho Vallin: “Como o plástico afeta as catadoras e os catadores?”, com Valquiria Candido da Silva, liderança do Movimento Nacional de Catadoras e Catadores de Materiais Recicláveis de São Paulo, que retrata a sua trajetória e os principais desafios da categoria ao lidar com os plásticos. O relato evidencia a urgência de escutar quem vive a realidade da ponta da cadeia e de construir políticas que valorizem e apoiem essas trabalhadoras e trabalhadores.

Encerrando a edição com a seção de **artes**, o artigo “A onipresença do plástico na vida cotidiana: um exercício de foto voz em comunidade periférica de São Paulo”, de Jutta Gutberlet e Sylmara Lopes Francelino Gonçalves Dias, apresenta um exercício realizado com alunos de pós-graduação da Universidade de São Paulo no bairro Jardim Keralux. O artigo revela, por meio da perspectiva única dos participantes, com fotos e relatos, como a poluição plástica se entrelaça com desigualdades estruturais e injustiças ambientais, ao mesmo tempo em que aponta para o potencial das metodologias participativas na construção de conhecimento crítico junto à população local.

Ao evidenciar conexões entre desigualdades socioambientais, políticas públicas e responsabilidade corporativa, esta edição reafirma o compromisso da revista com o diálogo entre ciência, movimentos sociais e políticas transformadoras. Os textos aqui reunidos convidam à ação coletiva, ao engajamento de múltiplos atores e à construção de caminhos concretos para enfrentar a crise do plástico com justiça e equidade.

Desejamos que esta edição contribua para fortalecer redes de pesquisa, prática e resistência que vêm enfrentando cotidianamente os efeitos dessa crise — transformando informação em ação.



The plastics crisis: From information to action



Sylmara Lopes France-
lino Gonçalves Dias



Isabela Ribeiro Borges
de Carvalho



Isabella de Carvalho
Vallin



Carla I. Elliff



Felipe Rodriguez Torres

The global plastics crisis represents one of the most urgent and complex socioenvironmental challenges of our time. At first, plastic was defined as a symbol of industrial progress and the convenience of modern life and has since profoundly transformed forms of production and consumption over the last century. Its omnipresence in packaging, clothing, utensils, automobiles, medical equipment, among others, has consolidated the use and structural dependence on a material that, although useful in certain segments and sectors, has become one of the greatest drivers of global environmental degradation.

Observed in all ecosystems on the planet, from the bottom of the ocean to the most remote regions of the continents, the symbol of plastic has transformed into one of a linear and unsustainable economy. Produced mainly from fossil derivatives, such as oil and gas, plastic is at the center of the dynamics that intensify climate change. In addition, its persistence in the environment – with decomposition that can take centuries – makes plastic pollution a constant threat to ecosystems, biodiversity, and human health. Microplastics have already been detected in the air, in drinking water, in food, and even in the human body, highlighting the systemic risks associated with this chain.

However, this crisis does not affect all equally. The geography of plastic production and disposal reveals profound inequalities regarding peripheral communities and black, indigenous, and traditional populations, especially in the Global South, who are disproportionately impacted by their proximity to petrochemical hubs, landfills, incinerators, and other polluting businesses. This unequal distribution of risks and damages exposes a scenario of environmental racism and highlights injustices that are inherent to the current development model. At the same time, recyclable waste pickers continue to be invisible in public policies and formal waste management systems. The plastics crisis is therefore also a crisis of rights, justice, and recognition. Given this context, in recent years, scientific advances, social mobilizations, and international agreements – such as the ongoing negotiations for a global treaty on plastics – have been pushing for a transition to more sustainable models. For this reason, it is necessary to think about engagement actions in the fight against plastic pollution.

The present issue is the result of a university outreach course offered by the Center for Research on Organizations, Society, and Sustainability at the University of São Paulo - NOSS/USP in partnership with the Global Alliance for Incinerator Alternatives - GAIA and Break Free From Plastic - BFFP, through the School of Arts, Sciences, and Humanities at USP. The course, which shares the same name as the present issue, “The Plastics Crisis: From information to action”, had two editions offered in 2024, with 180 participants completing the classes. Based on the perception of people’s interest in the topic, considering that nearly 1,000 people enrolled in the course, NOSS/USP proposed to organize the present issue as a form of scientific dissemination to reach even more people on the topic. The group has developed several actions with this intent and, in 2022, launched the “Rethinking Plastic” collection, consisting of a web series with three episodes and an educational video aimed at young audiences (which can be accessed through the group’s [YouTube channel](#)). Moreover, NOSS/USP has a series of texts available through the [USP Open Books](#) portal.

This 21st issue of the journal *Diálogos Socioambientais* aims to articulate scientific, popular, and community knowledge that mobilizes the reader to move beyond information and into action, an invitation to build collective and interdisciplinary responses to the plastics crisis. To achieve this goal, articles have been brought together that address the plastics crisis from different fields of knowledge and practical experiences. These reflections range from the impacts of plastic pollution on climate change and human health to “zero waste” community experiences. The articles were organized into the following sections: **current affairs**, represented by most of the articles, in which various aspects of the topic in question are discussed; **young researchers**, dedicated to texts by undergraduate students and master’s and doctoral students, whose work is in progress; **engagement**, which congregates articles by people who are at the forefront or discuss the role of civil society and social movements in the topic; **interview**, with reports of conversations with people related to the topic; and **arts**, focused on artistic productions that dialogue with the topic, suggested by researchers from the project or guests of this issue.

Opening the **current affairs** section of the issue, the article “*Plastics, life cycle approaches and the law*”, by Rosalind Malcolm, Matthew Peacock, and Samuel Winton, proposes a conceptual switch: rethinking plastic governance from a systemic perspective, based on industrial ecology and focused on circularity. Criticism of the current linear model is the starting point for proposing new legal and institutional guidelines, highlighting the potential of the Global Plastics Treaty as a catalyst for this change.

This necessary systemic transformation is further explored in the following article, “*Shifting focus to plastic pollution: Tackling plastics’ climate impacts, fossil fuel lock-ins, and global policy gaps*”, by Daniela Duran, which broadens the scope of the debate by addressing the connections between plastic production, the climate crisis, and fossil fuel dependence. The author argues that reducing primary plastics production is essential not only to curb pollution but also to achieve the climate goals of the Paris Agreement, challenging the predominance of strategies focused on waste management.

The consequences of this production chain for human health are detailed in the article “*Plastic and human health*”, by Thais Mauad, Regiani Carvalho-Oliveira, and Luís Fernando Amato-Lourenço. The text reveals how the omnipresence of plastics – and, in particular, micro and nanoplastics – affects our bodies, worsened by the toxicity of chemical additives that are widely used in these materials. The article reinforces the urgency of more restrictive regulations on chemicals and the reduction of plastic production as health protection measures.

Moving beyond the scope of health, the impacts of plastics are literally embedded in the geology of the planet, as shown in the article “*Plastic rocks: Interactions between plastic pollution and geology*”, by Gerson Fernandino and Carla I. Elliff. The interaction of plastic waste with geological formations and its incorporation into rocks raises reflections on the human legacy on Earth and its possible mark on the geological record on the Anthropocene.

Regarding possible responses to the vast problem presented, so-called “green” solutions are also scrutinized. In the article “*Bioplastics, biodegradable plastics, and other fake solutions*”, Ítalo Braga Castro criticizes the confusion between technical terms and misleading environmental marketing that diverts focus from the actual reduction of plastic pollution. The author warns consumers to adopt a critical point of view when observing the labeling of these materials and demand regulated certifications.

At the other end of the chain, the limits of recycling in Brazil are analyzed by Tainá Ângela Vedovello Bimbati, Fábio Luiz Cardozo, and Sylmara Lopes Francelino Gonçalves Dias in “*The limits of plastic recycling and its challenges in Brazil*”, an article that is part of the **young researchers** section of the issue. The text indicates that, although promising, recycling faces serious technical and structural obstacles, especially penalizing recyclable waste pickers – a fundamental and often invisible link in the waste chain.

These recycling challenges are particularly critical when it comes to waste generated by healthcare services, as shown in the article in the same section “*Healthcare plastic waste: A global synthesis of estimates across scales and contexts*”, by Nathalia Silva de Souza Lima Cano and Melissa M. Bilec. Based on a broad global review, the authors highlight the complexity of managing this type of waste and support the incorporation of circular economy principles in the healthcare sector.

Bringing these reflections into the scope of the **engagement** section, we begin with a discussion on consumer responsibility, which is sometimes used to divert attention from the source problem – production. This is the central point in “*The blame falls on the consumer, but who controls plastic production?*”, by Iran Magno, Jemilli Viaggi, João Malavolta, Julia Catão, and Paula Johns. Taking stock of the “Stop the Plastic Tsunami” campaign and Bill 2524/2022, the authors argue that only with robust regulation and government action will it be possible to contain the escalation of plastic production and pollution in Brazil.

The perspective of community mobilization takes center stage in the next article, “*From information to action: Lessons from the Santa Tereza Zero Waste project in Belo Horizonte, MG*”, by Juliana Gonçalves and Marcelo Alves de Souza, which demonstrates how the participatory construction of local solutions, based on active listening and expanded governance,

can promote effective changes in waste management. The challenges in this transformation are significant, but the article indicates possible paths.

Community action is also present in coastal contexts, as shown in the article “*Plastic tides: Marine litter challenges for artisanal fisheries*”, by Laura Develey, Nicole R. Guerrato, and Leandra R. Gonçalves. Through the voices of artisanal fishers from Bertioğa, the article highlights the direct and indirect impacts of marine litter on fishing and highlights the importance of co-constructed solutions that consider local knowledge.

The perspective of waste pickers is brought to light in a sensitive and pragmatic way in the **interview** carried out by Isabella de Carvalho Vallin: “*How does plastic affect waste pickers?*”, with Valquiria Candido da Silva, a leader in the São Paulo chapter of the National Movement of Recyclable Waste Pickers, who describes her trajectory and the main challenges faced by the category when dealing with plastics. The report highlights the urgency of listening to those who experience the reality at the end of the chain and creating policies that value and support these workers.

Closing the issue with the **arts** section, the article “*The omnipresence of plastic in everyday life: A photovoice exercise in a peripheral community in São Paulo*”, by Jutta Gutberlet and Sylmara Lopes Francelino Gonçalves Dias, presents an exercise carried out with graduate students from the University of São Paulo in the Jardim Keralux neighborhood. The article reveals, through the unique perspective of the participants, with photos and stories, how plastic pollution is intertwined with structural inequalities and environmental injustices, while also pointing to the potential of participatory methodologies in the construction of critical knowledge with the local population.

By highlighting connections between socioenvironmental inequalities, public policies, and corporate responsibility, this issue reaffirms the journal’s commitment to dialogue between science, social movements, and transformative policies. The texts gathered here invite collective action, the engagement of multiple actors and the construction of concrete paths to address the plastics crisis with justice and equity.

We hope that this issue will contribute to strengthening networks for research, practice, and resistance that have been confronting the effects of this crisis on a daily basis – transforming information into action.





CON
JUN
TURA

Plásticos, abordagens do ciclo de vida e a lei



Rosalind Malcolm*



Matthew Peacock*



Sam Winton**

Resumo: A forma como usamos plásticos atualmente é insustentável e inerentemente prejudicial à saúde humana e planetária, pois pressupõe um fluxo linear, e não circular, de materiais. Mesmo hoje, a maioria dos produtos plásticos é produzida a partir de combustíveis fósseis, usada brevemente e depois descartada, queimada ou aterrada como resíduo, cada destinação com um custo ambiental. Abordagens inovadoras de governança são necessárias para promover uma abordagem baseada em sistemas, fundamentada na ecologia industrial, que leve em consideração os desafios em todas as etapas do ciclo dos plásticos, garantindo a retenção dos materiais em uma economia circular.

Os plásticos são parte de um problema global decorrente da forma como gerimos nossas economias, com base em fluxos lineares de materiais e produtos. Isso inevitavelmente leva à geração de resíduos e de poluição. Neste trabalho, defendemos a proposta de uma economia do plástico baseada na retenção de estoques dentro de um sistema econômico, respeitando um planeta onde os recursos são finitos.

Plásticos e poluição por plásticos representam ameaças diretas aos seres humanos e ao meio ambiente, com estudos recentes relacionando a exposição ao plástico a problemas de saúde, incluindo doenças cardiovasculares e disfunção cognitiva (1). A vida na Terra está ameaçada e uma nova abordagem radical é necessária para mudar o curso sendo tomado. Isso envolve a transição de um sistema que prioriza a aquisição de riqueza material para poucos para um que promova a qualidade de vida na Terra para todos. Alcançar tal mudança exigirá desenvolvimento tecnológico e mudanças na infraestrutura, nos sistemas de fornecimento e na cultura do consumidor, reduzindo a demanda por recursos, prevenindo danos ambientais e criando uma economia e uma sociedade mais sustentáveis. Além de uma redução significativa geral na quantidade de plástico produzido, a abordagem

*Surrey Law School, University of Surrey, UK; **Global Plastics Policy Centre, University of Portsmouth, UK.

Palavras-chave: Lei; Tratado; Poluição por Plásticos; Economia centrada em estoques

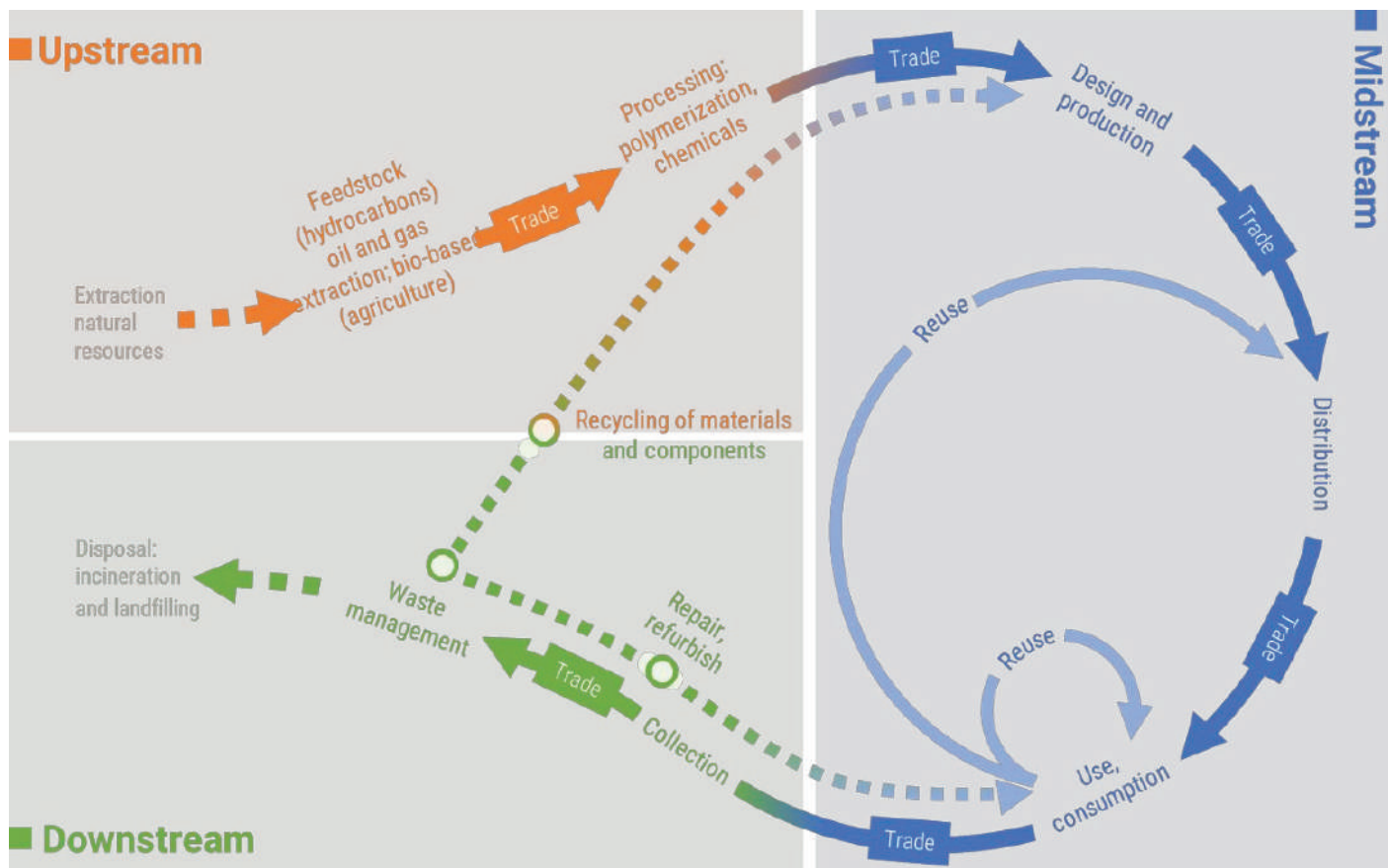


Figura 1. Ilustração do ciclo de vida do plástico. Fonte: UNEP UNEP/PP/INC.1/7.

deve ser baseada na ecologia industrial, adotando uma visão sistêmica dos estoques e fluxos de materiais e energia na economia e das maneiras como eles são moldados e impactam os sistemas econômicos e sociais (2). Aqui, aplicamos esses princípios ao problema perverso dos plásticos e discutimos como a lei é instrumental em tal mudança.

MUDANDO A ECONOMIA

Existem dois pré-requisitos essenciais para reduzir os impactos dos plásticos e da poluição por plásticos: um é a retenção de materiais e produtos na economia para mantê-los fora do meio ambiente, enquanto o outro é a redução ou eliminação do uso de materiais virgens pelos fabricantes. De acordo com dados recentes, a quantidade anual de resíduos plásticos mal gerenciados quase dobrarão, chegando a 121 milhões de toneladas métricas (Mt) até 2050 e, no mesmo período, as emissões anuais de gases do efeito estufa no ciclo do plástico aumentarão 37%, chegando a 3,35 bilhões de toneladas de CO2 equivalente (3,09 a 3,54) (3). Para evitar isso, uma abordagem do ciclo de vida deve ser implementada, que considere os desafios em cada ponto da cadeia de valor para eliminar progressivamente o uso de materiais virgens e promover uma economia baseada em estoques (4). Essa é a abordagem defendida por muitas partes interessadas após a proposta de um tratado global juridicamente vinculante sobre plásticos.¹

1. “Resolução 5/14 da UNEA” adotada pela Assembleia das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEA) em março de 2022, que estabeleceu o mandato para negociar um tratado global sobre plásticos; comumente denominado “Tratado dos Plásticos” ou “Tratado Global dos Plásticos”.

Em 2022, a Resolução 5/14 da Assembleia das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEA) foi aprovada, determinando o desenvolvimento de um instrumento para acabar com a poluição por plásticos com base em uma “abordagem abrangente que leve em consideração todo o ciclo de vida do plástico”. De acordo com o documento do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, *Plastics Science* (UNEP/PP/INC.1/7), geralmente considera-se que o ciclo de vida dos plásticos inclui toda a cadeia de valor dos plásticos, desde a extração dos materiais que constituem a matéria-prima (seja petróleo, gás, matérias-primas agrícolas ou outras de origem biológica, ou conteúdo reciclado) até o gerenciamento do fim da vida útil dos resíduos plásticos (2), como descrito na Figura 1.

O ciclo do plástico pode ser utilmente dividido em etapas *upstream* (a montante), *midstream* (intermediárias) e *downstream* (a jusante), conforme ilustrado na Figura 1. A etapa *upstream* inclui: a extração dos materiais para a matéria-prima do plástico, produção de monômeros, produção de polímeros, conversão de plástico e comercialização de polímeros. Esses materiais seguem o percurso do ciclo até a etapa *midstream*, que inclui o desenho, a manufatura, a comercialização e a distribuição de produtos plásticos, seguidos por seu uso, manutenção, serviços e potencial reutilização. A fase *downstream* inclui o reparo, reforma, remanufatura, segregação, coleta, triagem e reciclagem (o processo de gestão de resíduos frequentemente inclui setores formais e informais), comercialização de resíduos plásticos e descarte para incineração ou aterro sanitário.²

O ciclo de vida dos plásticos é global, com países envolvidos em diferentes atividades ao longo da cadeia de valor. A regulamentação em nível nacional geralmente se concentra na fase *downstream* do ciclo de vida – a gestão de resíduos – com menor foco nas questões *upstream* e *midstream*, uma abordagem que não resultará no estabelecimento de estoques de plásticos na economia que possam ser reutilizados ou remanufaturados e/ou na redução da poluição por plásticos de maneira geral (5). Por exemplo, de acordo com a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), globalmente, apenas 9% dos resíduos plásticos são reciclados, enquanto 22% são mal gerenciados; portanto, o foco na reciclagem não reduzirá, por si só, significativamente o fluxo descendente de plásticos.³

O desafio é priorizar a redução das fontes de poluição por plásticos na fase *upstream*, mantendo ao mesmo tempo os estoques de materiais plásticos na economia nas fases *midstream* e *downstream*, por meio de mecanismos como a introdução de um desenho de embalagens mais sustentável e modelos de reutilização, reparo e remanufatura.

Cada fase do ciclo de vida deve ser considerada em termos dos desafios e barreiras que devem ser superados para a transição para uma economia centrada em estoques, a fim de identificar quais instrumentos legais serão necessários para alcançar a redução da poluição por plásticos prevista no rascunho do Tratado Global dos Plásticos. Por exemplo, um desafio relativo à primeira etapa do ciclo de vida é como reduzir a produção de plásticos derivados de hidrocarbonetos para limitar o fluxo de recursos naturais do meio ambiente para a economia. A aplicação do Acordo de Paris⁴ para significativamente reduzir as emissões de gases do efeito estufa em todo o mundo exige que os países revisem suas pegadas de carbono. Isso é particularmente desafiador para países cujas economias se

2. UNEP/PP/INC.1/INF/8 Documento complementar sobre prioridades, necessidades, desafios e barreiras para acabar com a poluição por plásticos em nível nacional (UNEP/PP/INC.1/11).

3. Banco de dados Global Plastic Outlook da OCDE, disponível em <https://doi.org/10.1787/c0821f81-en>.

4. Acordo de Paris à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, 12 de dezembro de 2015, T.I.A.S. n° 16-1104, 3156 U.N.T.S. 54113.

beneficiam expressivamente da produção de plástico, especialmente aqueles que utilizam combustíveis fósseis e seus subprodutos. O desafio é evidenciado pela proliferação de litígios em torno dos impactos da própria produção de plástico nas mudanças climáticas. Por exemplo, ClientEarth (um grupo de advogados sem fins lucrativos) juntamente com 14 ONGs, renovou sua luta judicial pela quarta vez contra os planos da INEOS, uma das maiores fabricantes de produtos químicos do mundo e um importante ator no mercado de petróleo e gás, de construir a maior instalação industrial de plásticos da Europa no Porto da Antuérpia, na Bélgica.

Globalmente, auxílios estatais e outros incentivos financeiros ainda são rotineiramente disponibilizados para fábricas de produção de plástico que utilizam combustíveis fósseis virgens e seus subprodutos. Esse mercado artificial distorce o preço dos plásticos virgens, tornando-os mais baratos que os plásticos feitos a partir de materiais reciclados, o que, por sua vez, prejudica o mercado de plásticos reciclados. Transferir este auxílio econômico de combustíveis fósseis para fontes alternativas não é um processo simples. Alcançar tal transição requer a implementação de um instrumento juridicamente vinculante.

Será necessária uma gama flexível de leis para enfrentar os desafios específicos encontrados em cada etapa do ciclo de vida do plástico. Leis como licenciamento operacional, planejamento e procedimentos de Avaliação de Impacto Ambiental devem ser incorporadas à implementação do Tratado Global dos Plásticos em nível nacional para restringir o uso de hidrocarbonetos. Os critérios para permitir a construção de fábricas de plástico e conceder licenças para operá-las devem refletir os requisitos do Acordo de Paris e do Tratado Global dos Plásticos. Se os impactos ambientais da *produção* de plástico forem considerados antes da aprovação do planejamento do uso do solo para a construção de uma fábrica, abordagens antecipatórias e preventivas poderão ser adotadas.

Na fase *midstream*, leis de *ecodesign* são necessárias para garantir que os fabricantes levem em consideração os impactos de seus produtos ao longo do ciclo de vida. Devem ser introduzidas políticas de produtos sustentáveis, que incluam fatores como o *ecodesign*, metas de conteúdo reciclado, padrões internacionais pelos quais os plásticos podem ser mensurados (conteúdo, materiais, componentes) e restrições a químicos e aditivos, incluindo a exigência de que os fabricantes garantam que os químicos utilizados em seus produtos sejam testados e comprovadamente atóxicos, e restrições a certos usos de plásticos precisam ser implementadas por meio de regulamentação. Tais abordagens regulatórias criarão paisagens políticas que promovem materiais e modelos de negócio alternativos para garantir que alternativas aos modelos lineares de uso de plásticos estejam disponíveis e sejam economicamente viáveis.

A análise forense do ciclo de vida precisa envolver a aplicação de uma série de leis, incluindo o banimento de plásticos problemáticos e desnecessários (p. ex. microesferas), banimento de importação, produção e consumo de produtos plásticos de uso único, programas de responsabilidade estendida do produtor específicos para plásticos ou produtos que contêm plástico, impostos sobre o conteúdo das embalagens e leis que exigem que todas as embalagens plásticas sejam recicláveis ou compostáveis. O uso criativo de instrumentos legais em torno do ciclo de vida demonstrado na Figura 1 é necessário para impulsionar mudanças na forma como produzimos e consumimos plásticos e na poluição que ele gera.

REFERÊNCIAS

- (1) Prattichizzo, F., Ceriello, A., Pellegrini, V., La Grotta, R., Graciotti, L., Olivieri, F., ... & Paolisso, G. (2024). Micro-nanoplastics and cardiovascular diseases: evidence and perspectives. *European Heart Journal*, 45(38), 4099-4110.
- (2) Clift, R., Martin, G., Mair S., and Malcolm R., “Living well on a finite planet: A multidimensional approach to sustainability” publication due (Springer 2025).
- (3) Pottinger, A.S., Geyer, R., Biyani, N., Martinez, C.C., Nathan, N., Morse, M.R., Liu, C., Hu, S., de Bruyn, M., Boettiger, C., Baker, E., McCauley D., J. Pathways to reduce global plastic waste mismanagement and greenhouse gas emissions by 2050 *Science* 386, 1168–1173 (2024) DOI:10.1126/science.adr3837.
- (4) Malcolm, R., ‘Life Cycle Thinking as a Legal Tool: A Codex Rerum’, 15/2 *Law, Environment and Development Journal* (2019),
- (5) Malcolm, R., & Mikheeva-Ashe, A., 2024, “Plastics, Products and Life-Cycle Thinking in the European Union” in (eds. Kirk, Popattanachai, Barnes, van der Marel) *Research Handbook on Plastics Regulation: Law, Policy and the Environment* (Edward Elgar 2024).



Plastics, life cycle approaches and the law



Rosalind Malcolm*



Matthew Peacock*



Sam Winton**

*Surrey Law School, University of Surrey, UK; **Global Plastics Policy Centre, University of Portsmouth, UK.

Keywords: Law; Treaty; Plastics; Pollution; Stock-centred Economy

Abstract: The way we currently use plastics is both unsustainable and inherently harmful to human and planetary health because it assumes a linear, not circular, flow of materials. Even today most plastic products are manufactured from fossil fuels, used only briefly and then discarded, burned or landfilled as waste, each of which has an environmental cost. Innovative governance approaches will be needed to promote a systems-based approach grounded in industrial ecology which takes into account challenges at every stage of the plastic cycle, ensuring materials are retained within a circular economy.

Plastics are part of a worldwide problem stemming from the way we manage our economies based on linear flows of materials and products. This inevitably leads to waste and pollution. Here we argue for a plastics economy based instead on the retention of stocks within an economy, respecting a planet where resources are finite.

Plastics and plastic pollution pose direct threats to humans and the environment, with recent studies linking plastic exposure to health issues including cardiovascular disease and cognitive dysfunction (1). Life on earth is under threat and a radical new approach is required to change course. This involves transitioning from a system which prioritises the acquisition of material wealth for the few to one which promotes quality of life on earth for all. Achieving such a shift will require technological development and changes to infrastructure, supply systems and consumer culture, reducing demands on resources, preventing environmental damage, and creating a more sustainable economy and society. In addition to a significant overall reduction in the amount of plastic produced, the approach should be based on industrial ecology, taking a system view of the stocks and flows of materials and energy in the economy and the ways they are shaped by and impact on economic and social systems (2). Here we apply these principles to the wicked problem of plastics and discuss how law is instrumental in such change.

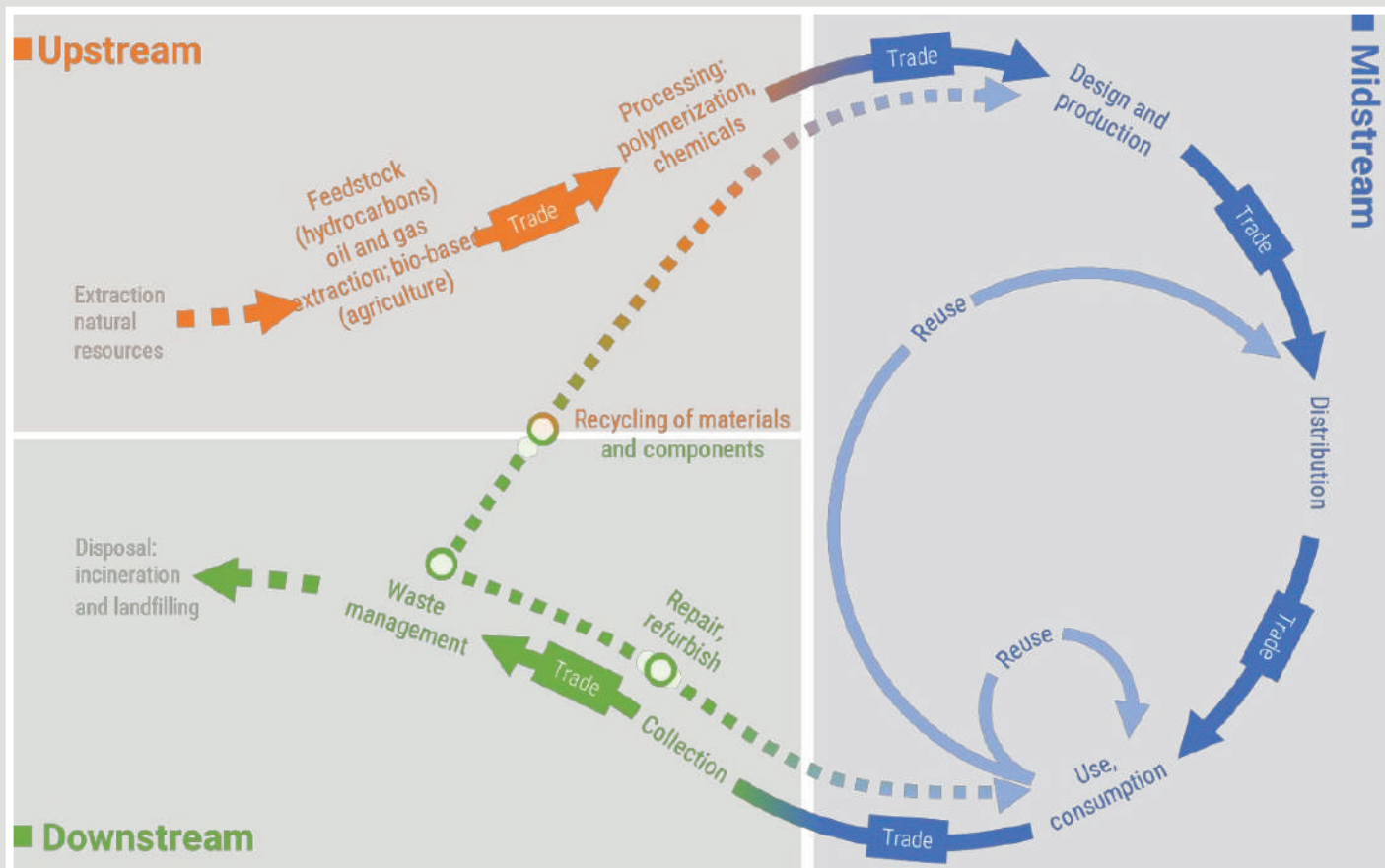


Figure 1. Illustration of the life cycle of plastic. Source: UNEP UNEP/PP/INC.1/7.

CHANGING THE ECONOMY

There are two key prerequisites for reducing the impacts of plastics and plastic pollution: one is the retention of materials and products in the economy to keep them out of the environment and the other is the reduction or elimination of manufacturers' use of virgin materials. According to recent figures, annual mismanaged plastic waste will nearly double to 121 million metric tonnes (Mt) by 2050 and over the same period annual greenhouse gas emissions from the plastic cycle will grow by 37% to 3.35 billion tonnes CO₂ equivalent (3.09 to 3.54) (3). To prevent this, a life cycle approach must be implemented, which addresses the challenges at each value chain point to progressively eliminate the use of virgin materials and drive a stock-centred economy (4). This is the approach advocated by many stakeholders following the proposal for an internationally binding global treaty on plastics.¹

In 2022, United Nations Environment Assembly (UNEA) Resolution 5/14 was passed requiring the development of an instrument to end plastics pollution based on a 'comprehensive approach that addresses the full life cycle of plastic'. According to the United Nations Environment Programme paper, Plastics Science (UNEP/PP/INC.1/7), the life cycle of plastics is usually considered to include the full value chain of plastics, from extraction of the materials that constitute the feedstock (whether oil, gas, agricultural or other bio-based feedstocks, or recycled content) to end-of-life management of plastic waste (2) as described in Figure 1.

1. "UNEA Resolution 5/14" adopted by the United Nations Environment Assembly (UNEA) in March 2022, which established the mandate to negotiate a global plastics treaty; often referred to as the "Plastics Treaty" or "Global Plastics Treaty".

The plastic cycle can be usefully divided into upstream, midstream and downstream stages as illustrated by Figure 1. The upstream stage includes: the extraction of the materials for plastics feedstock; monomer production, polymer production, plastic conversion and trade of polymers. These materials move round the cycle to midstream, which includes the design, manufacture, trade and distribution of plastic products followed by their use, maintenance, service and potential reuse. The downstream phase includes repair, refurbishment, remanufacturing, segregation, collection, sorting, and recycling (the waste management process often including both formal and informal sectors), trade of plastic waste and disposal to incineration or landfill.²

The life cycle of plastics is global, with countries engaging in different activities along the value chain. Regulation at national level generally focuses on the downstream phase of the life cycle – waste management – with less focus on upstream and midstream issues, an approach which will not result in building stocks of plastics within the economy which can be reused or remanufactured and or reduce plastic pollution overall (5). For instance, according to the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), globally only 9% of plastic waste is recycled while 22% is mismanaged, so focusing on recycling will not, on its own, significantly reduce the downward flow of plastics.³

The challenge is to prioritize the reduction of the upstream sources of plastics pollution while keeping the stocks of plastic materials within the economy at the midstream and downstream phases through mechanisms such as introducing more sustainable packaging design, and models of reuse, repair and remanufacturing.

Each phase of the life cycle must be considered in terms of the challenges and barriers that must be overcome in order to transition to a stock-centred economy to identify which legal instruments will be required to deliver the reduction of plastics pollution anticipated by the draft Global Plastics Treaty. For example, a challenge related to the first step of the life cycle is how to reduce the production of plastics derived from hydrocarbons to limit the flow of natural resources from the environment into the economy. Application of the Paris Agreement⁴ to significantly reduce greenhouse gas emissions globally requires countries to review their carbon footprints. This is particularly challenging for countries whose economies benefit significantly from plastic production, especially those who use fossil fuel and its by-products. The challenge is evidenced by the proliferation of litigation around the climate change impacts of plastic production itself. For example, ClientEarth, (a non-profit group of lawyers) together with 14

2. UNEP/PP/INC.1/INF/8 Addendum document on priorities, needs, challenges and barriers to end plastic pollution at national level (UNEP/PP/INC.1/11).

3. OECD Global Plastic Outlook Database available at <https://doi.org/10.1787/c0821f81-en>.

4. Paris Agreement to the United Nations Framework Convention on Climate Change, December 12, 2015, T.I.A.S. No. 16-1104, 3156 U.N.T.S. 54113.

NGOs, have renewed their legal fight for the fourth time against plans by INEOS, one of the world's largest chemical producers and a significant player in the oil and gas market, to build Europe's largest plastics industrial installation in the Port of Antwerp in Belgium.

Globally, state aid and other financial incentives are still routinely being made available for plastic production plants which use virgin fossil fuels and their by-products. This artificial market then distorts the price of virgin plastics, making it cheaper than plastics made from recycle, which in turn undermines the recycled plastics market. Switching such economic aid from fossil fuel to alternative sources is not a straightforward process so achieving such a transition requires the driver of a legally binding instrument.

A flexible range of laws will be required to address the unique challenges found at each stage of the plastic life cycle. Laws such as operational licensing, planning and Environmental Impact Assessment procedures must be embedded in the implementation of the Global Plastics Treaty at national level to restrict the use of hydrocarbons. Criteria for permitting the construction of plastic manufacturing plants and granting licenses to run them must reflect the requirements of both the Paris Agreement and the Global Plastics Treaty. If the environmental impacts of plastics production are accounted for prior to land use planning approval being granted for the building of the plant then anticipatory and preventive approaches can be adopted.

At the midstream phase, ecodesign laws are needed to ensure manufacturers take into account the impacts of their products throughout the life cycle. Sustainable product policies which include such factors as ecodesign, recycled content targets, international standards against which plastics must be measured (content, materials, components), chemical and additive restrictions must be introduced, including a requirement for manufacturers to ensure the chemicals they use in products are tested and shown to be non-toxic, and restrictions on certain uses of plastics need to be implemented through regulation. Such regulatory approaches will create policy landscapes which promote alternative materials and business models to ensure that alternatives to linear models of use of plastics are both available and economically viable.

The forensic examination of the life cycle needs to involve applying a range of laws including bans on problematic and unnecessary types of plastic (e.g. microbeads), bans on the import, production and consumption of single-use plastic products, extended producer responsibility schemes specific to plastics or products containing plastics, taxes on packaging content, laws requiring all plastic packaging to be recyclable or compostable. An imaginative use of legal instruments around the life cycle demonstrated in Figure 1 is required to drive change in the way we produce and consume plastics and the pollution it generates.

REFERENCES

Prattichizzo, F., Ceriello, A., Pellegrini, V., La Grotta, R., Graciotti, L., Olivieri, F., ... & Paolisso, G. (2024). Micro-nanoplastics and cardiovascular diseases: evidence and perspectives. *European Heart Journal*, 45(38), 4099-4110.

Clift, R., Martin, G., Mair S., and Malcolm R., “Living well on a finite planet: A multidimensional approach to sustainability” publication due (Springer 2025).

Pottinger, A.S., Geyer, R., Biyani, N., Martinez, C.C., Nathan, N., Morse, M.R., Liu, C., Hu, S., de Bruyn, M., Boettiger, C., Baker, E., McCauley D., J. Pathways to reduce global plastic waste mismanagement and greenhouse gas emissions by 2050 *Science* 386, 1168–1173 (2024) DOI:10.1126/science.adr3837.

Malcolm, R., ‘Life Cycle Thinking as a Legal Tool: A Codex Rerum’, 15/2 *Law, Environment and Development Journal* (2019),

(5) Malcolm, R., & Mikheeva-Ashe, A., 2024, “Plastics, Products and Life-Cycle Thinking in the European Union” in (eds. Kirk, Popattanachai, Barnes, van der Marel) *Research Handbook on Plastics Regulation: Law, Policy and the Environment* (Edward Elgar 2024).



Mudando o foco para a produção de plástico: enfrentando os impactos climáticos, a dependência nos combustíveis fósseis e as lacunas nas políticas globais dos plásticos



Daniela Duran
Gonzalez*

Resumo: Há muito tempo a poluição por plásticos é enquadrada como uma questão de resíduos, mas seu impacto climático exige uma mudança do descarte para a produção. Além das emissões de gases de efeito estufa (GEE), plásticos impulsionam a dependência em combustíveis fósseis, tornando a descarbonização por si só insuficiente. Reduzir a produção primária de plástico é essencial, mas os instrumentos climáticos atuais apresentam lacunas críticas na abordagem dos impactos climáticos do plástico. O tratado sobre plásticos está preparado para preencher essa lacuna, garantindo ações por meio da interrupção de novas capacidades de produção e da redução dos níveis atuais de produção para atingir metas climáticas globais.

Os plásticos são um importante impulsionador da crise climática. A produção global de plástico primário aumentará exponencialmente nos próximos 25 anos. Se a produção continuar a crescer no ritmo esperado atualmente, ela poderá consumir até 31% da estimativa restante de carbono necessário para limitar o aquecimento global a 1,5 °C e, assim, atingir as metas climáticas globais estabelecidas pelo Acordo de Paris [1].

Em um dado cenário, também é crucial reconhecer que a produção primária de plástico depende intrinsecamente de combustíveis fósseis e reforça o bloqueio (*lock-in*) de combustíveis fósseis [2]. Hoje, a produção primária de plástico representa 12.5% da demanda global de petróleo e 8.5% da demanda global de gás, com 70% dos combustíveis fósseis usados como matéria-prima e apenas 30% como fontes de energia [1]. À medida que a transição energética tem avançado, as empresas de combustíveis fósseis aumentaram os investimentos em instalações de produção primária de plástico, redirecionando os combustíveis fósseis que não serão mais usados para energia para a fabricação de plástico [6]. A Agência Internacional de Energia (AIE) relata que produtos petroquímicos – dos quais os plásticos são o principal produto – são atualmente o principal impulsionador do crescimento da demanda por petróleo. Até 2050, eles podem ser responsáveis por 50% da demanda global de petróleo [3].

*Center for International Environmental Law (CIEL).

Palavras-chave: Produção de plástico; Crise climática; Combustíveis fósseis; Emissões; Tratado dos Plásticos

Isso ressalta a necessidade de avaliar os impactos climáticos dos plásticos para além da perspectiva de emissões de gases do efeito estufa (GEE) e da descarbonização, exigindo uma mudança de perspectiva em direção à desfossilização das economias globais [4]. No entanto, é crucial reconhecer que realizar a desfossilização do ciclo de vida dos plásticos ao mesmo tempo em que se mantêm os níveis de produção atuais e o crescimento projetado pode agravar a crise climática, a degradação ambiental e ameaçar os direitos humanos.

ALTERNATIVAS PARA LIDAR COM OS IMPACTOS CLIMÁTICOS DOS PLÁSTICOS: LIMITAÇÕES DA DESCARBONIZAÇÃO

Estratégias atuais de descarbonização, incluindo a transição das redes energéticas e a substituição de matérias-primas fósseis por alternativas de base biológica, bem como a implementação de tecnologias como a captura e armazenamento de carbono, são frequentemente apresentadas como soluções-chave para mitigar os impactos climáticos dos plásticos, especialmente na sua fase de produção. No entanto, dados os níveis de produção existentes, essas medidas geram apenas benefícios climáticos marginais e não conseguem abordar as consequências ambientais e sociais mais amplas da produção contínua de plástico em larga escala [5].

Primeiramente, a eletrificação das redes de energia na produção de plástico apresenta desafios técnicos significativos e oferece benefícios climáticos limitados, especialmente se os níveis de produção continuarem a aumentar [5]. As projeções da indústria estimam que mais de 1.400 novas instalações de produção de plástico poderão entrar em operação entre 2023 e 2027 [6]. Dada a complexidade da alteração dos processos químicos após a construção de instalações – novas ou já existentes – estas permanecerão em grande parte dependentes de combustíveis fósseis, uma vez que seus projetos não são facilmente adaptáveis a fontes de energia alternativas [2]. A eletrificação de processos-chave na produção de plástico, como o craqueamento a vapor e a polimerização, é tecnicamente desafiadora e produz apenas reduções marginais de emissões [1]. Abordar de forma eficaz os impactos climáticos da produção de plástico requer não apenas mudanças tecnológicas, mas também uma redução simultânea na oferta e na demanda [5].

Em segundo lugar, a substituição de matérias-primas de combustíveis fósseis por alternativas de base biológica oferece benefícios climáticos limitados [5]. O cultivo e processamento de matérias-primas biológicas podem levar a emissões substanciais de GEE devido à perturbação do solo, potencialmente tornando-as não menos intensivas em carbono do que os plásticos de base fóssil. Além disso, a mudança de matéria-prima de base fóssil para uma de base biológica na produção de plásticos pode levar a uma maior dependência de fertilizantes e pesticidas derivados de combustíveis fósseis para sustentar o cultivo em larga escala, comprometendo, em última análise, os benefícios pretendidos da substituição de matérias-primas para alcançar a eliminação gradual dos combustíveis fósseis.

Os exercícios de modelagem atuais indicam que a eletrificação e as soluções tecnológicas, por si só, não serão suficientes para alinhar a produção de plástico com as metas climáticas [5]. As evidências indicam que o primeiro passo para atingir essas metas é interromper a construção de novas instalações de produção de plástico, que são intensivas em emissões e fortemente dependentes de combustíveis fósseis [2] [5]. Como passo seguinte, os modelos sugerem que são necessárias reduções significativas nos níveis de produção de plástico.

No entanto, os modelos existentes apresentam limitações: seus números carecem de revisão por pares, consideram apenas impactos climáticos parciais e excluem fatores críticos, como os efeitos dos microplásticos no sequestro de carbono oceânico [5]. Para se alinhar a uma trajetória de 1,5 °C, dois modelos estimam que a produção global de plástico primário deve ser reduzida para um valor entre 140 Mt e 246 Mt até 2050, exigindo um corte de 46% a 70% em relação aos níveis de 2019 [5]. Além disso, análises recentes sugerem que uma redução de 40% na produção de plástico primário até 2040 em relação aos níveis de 2025 será insuficiente para atingir a meta de limitar o aquecimento global a 1,5 °C, indicando que cortes ainda maiores podem ser necessários [7].

UM PONTO DE VIRADA POLÍTICO GLOBAL: ALAVANCANDO AS NEGOCIAÇÕES DO TRATADO DOS PLÁSTICOS PARA A AÇÃO CLIMÁTICA

O arcabouço jurídico internacional atual para as mudanças climáticas, incluindo a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas e o Acordo de Paris, não está preparado para abordar de forma abrangente os impactos climáticos dos plásticos, em particular da produção de plástico. O Acordo de Paris concentra-se em reduções voluntárias de emissões nacionais, deixando os plásticos em grande parte sem regulamentação, visto que o setor petroquímico continua sendo negligenciado na maioria das contribuições nacionalmente determinadas. Ao mesmo tempo, carece de mecanismos para regular os combustíveis fósseis e reduzir a produção de plástico – ambos passos necessários para mitigar os impactos climáticos do plástico [5]. As negociações do tratado dos plásticos, no entanto, estão em uma posição singular para preencher essa lacuna. Ao controlar diretamente a produção de plástico, o futuro tratado pode introduzir medidas juridicamente vinculantes que impeçam os plásticos de causar maior instabilidade climática. Os esforços globais para limitar o aquecimento a 1,5 °C permanecerão incompletos sem essa ação direcionada.

Para atingir esse objetivo, o tratado dos plásticos deve estabelecer uma meta global para reduzir a produção de plástico, implementada por meio da interrupção da nova capacidade de produção de plástico, seguida por metas nacionais de redução juridicamente vinculantes que levem em conta as considerações climáticas e simultaneamente abordem outros limites planetários (como mudanças no sistema terrestre, acidificação do oceano e novas ocorrências), toxicidade e saúde humana, perda de biodiversidade, direitos humanos e justiça ambiental, entre outros.

REFERÊNCIAS

- [1] Karali N, Khanna N, Shah N. **Climate impacts of plastics production**. Lawrence Berkeley National Laboratory; 2024 Mar. Available from: <https://escholarship.org/uc/item/12s624vf>.
- [2] Tilsted JP, Bauer F, Deere Birkbeck C, Skovgaard J, Rootzén J. Ending fossil-based growth: confronting the political economy of petrochemical plastics. **One Earth**. 2023 Jun;6(6):607-29. doi:10.1016/j.oneear.2023.05.018.
- [3] Akizuki Y, Bressers A, Couse J, Healy C, Mackey P, Martin D, Messing J, Thomson J. **Oil 2023: Analysis and Forecast to 2028**. International Energy Agency; 2023. Available from: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/6ff5beb7-a9f9-489f-9d71-fd221b88c66e/Oil2023.pdf>.
- [4] Tilsted JP, Newell P. Synthetic transitions: the political economy of fossil fuel as feedstock. **Rev Int Polit Econ**. 2025. doi:10.1080/09692290.2025.2467394.
- [5] Center for International Environmental Law (CIEL). **Reducing Plastic Production to Achieve Climate Goals**. 2023 Sep. Available from: https://www.ciel.org/wp-content/uploads/2023/09/Reducing-Plastic-Production-to-Achieve-Climate-Goals_Sept21_V5.pdf.
- [6] Global Data. **Petrochemicals New Build and Expansion Projects Analysis by Type, Development Stage, Key Countries, Region and Forecasts, 2023-2027**. 2023 Feb. Available from: <https://www.globaldata.com/store/report/petrochemicals-new-build-and-expansion-projects-market-analysis/>.
- [7] Eunomia. **Aligning the Global Plastics Treaty with 1.5°C**. 2024. Available from: <https://eunomia.eco/wp-content/uploads/2024/11/Aligning-the-Global-Plastics-Treaty-with-1.5-40x40-V4.0.pdf>.



Shifting focus to plastic production: Tackling plastics' climate impacts, fossil fuel lock-ins, and global policy gaps



Daniela Duran
Gonzalez*

Abstract: Plastic pollution has long been framed as a waste issue, but its climate impact demands a shift from disposal to production. Beyond greenhouse gas (GHG) emissions, plastics drive fossil fuel lock-ins, making decarbonization alone insufficient. Cutting primary plastic production is essential, yet existing climate instruments have critical gaps in addressing plastic climate impacts. The plastics treaty is equipped to fill this gap, ensuring action by halting new production capacity and driving reductions in existing production levels to achieve global climate goals.

Plastics are a significant driver of the climate crisis. Global primary plastic production will increase exponentially over the next 25 years. If production keeps growing at the rate it is expected today, it could consume up to 31% of the remaining carbon budget needed to limit global warming to 1.5°C and, therefore, to achieve the global climate goals set by the Paris Agreement [1].

In a scenario, it is also crucial to recognize that primary plastic production deeply relies on fossil fuels and reinforces fossil fuel lock-ins [2]. Today, primary plastic production accounts for 12,5% of global oil demand and 8,5% of global gas demand, with 70% of fossil fuels used as raw materials and only 30% as energy sources [1]. As the energy transition progresses, fossil fuel companies have ramped up investments in primary plastic production facilities, redirecting fossil fuels that will no longer be used for energy into plastic manufacturing [6]. The International Energy Agency (IEA) reports that petrochemicals—of which plastics are the primary output—are currently the main driver of oil demand growth. By 2050, they could account for 50% of global oil demand [3].

This underscores the need to assess the climate impacts of plastics beyond the lens of GHG emissions and decarbonization, requiring a shift in perspective toward the defossilization of global economies [4]. However, it is crucial to recognize that defossilizing the plastics lifecycle

*Center for International Environmental Law (CIEL).

Keywords: Plastic Production; Climate Crisis; Fossil Fuels; Emissions; Plastics Treaty

while maintaining current production levels and projected growth could risk exacerbating the climate crisis, environmental degradation and threatening human rights.

ALTERNATIVES TO ADDRESS THE CLIMATE IMPACTS OF PLASTICS: LIMITATIONS OF DECARBONIZATION

Current decarbonization strategies, including transitioning energy grids and replacing fossil-based feedstocks with bio-based alternatives, and as well deploying technologies such as carbon capture and storage, are often presented as key solutions to mitigate the climate impacts of plastics, particularly in its production phase. However, given existing production levels, these measures yield only marginal climate benefits and fail to address the broader environmental and social consequences of continued large-scale plastic production [5].

First, electrifying energy grids in plastic production presents significant technical challenges and offers limited climate benefits, particularly if production levels continue to rise [5]. Industry projections estimate that over 1,400 new plastic production facilities could become operational between 2023 and 2027 [6]. Given the complexity of altering chemical processes post-construction, these new and existing plants will largely remain dependent on fossil fuels, as their designs are not easily adaptable to alternative energy sources [2]. Electrifying key processes in plastic production, such as steam cracking and polymerization, is technically challenging and yields only marginal emissions reductions [1]. Effectively addressing the climate impacts of plastic production requires not only technological shifts but also a concurrent reduction in both supply and demand [5].

Second, replacing fossil-fuel feedstocks with bio-based alternatives offers limited climate benefits [5]. The cultivation and processing of bio-feedstocks can lead to substantial GHG emissions due to land disturbance, potentially making them no less carbon-intensive than fossil-based plastics. Additionally, shifting from fossil-based to bio-based feedstocks in plastics production may drive increased reliance on fossil-fuel-derived fertilizers and pesticides to sustain large-scale cultivation, ultimately undermining the intended benefits of feedstock substitution in achieving a fossil fuel phase-out.

Current modeling exercises indicate that electrification and technological fixes alone will not be sufficient to align plastic production with climate goals [5]. Evidence indicates that the first step toward achieving these goals is halting the construction of new plastic production facilities, which are emissions-intensive and heavily reliant on fossil fuels [2] [5]. Second, models suggest that significant reductions in plastic production levels are necessary. However, existing models have limitations: their

figures lack peer review, they consider only partial climate impacts, and they exclude critical factors such as the effects of microplastics on ocean carbon sequestration [5]. To align with a 1.5°C pathway, two models estimate that global primary plastic production must be reduced to between 140 Mt and 246 Mt by 2050, requiring a 46% to 70% cut from 2019 levels [5]. Additionally, recent analyses suggest that a 40% reduction in primary plastic production by 2040 from 2025 levels will be insufficient to meet the goal of limiting global warming to 1.5°C, indicating that even steeper cuts may be necessary [7].

A GLOBAL POLITICAL TURNING POINT: LEVERAGING THE PLASTICS TREATY NEGOTIATIONS FOR CLIMATE ACTION

The existing international legal framework for climate change, including the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) and the Paris Agreement, is not equipped to comprehensively address the climate impacts of plastics, particularly plastic production. The Paris Agreement focuses on voluntary national emissions reductions, leaving plastics largely unregulated, as the petrochemical sector remains overlooked in most nationally determined contributions. At the same time, it lacks mechanisms to regulate fossil fuels and to reduce plastic production—both necessary steps to mitigate plastics' climate impacts [5]. The plastics treaty negotiations, however, are uniquely positioned to close this gap. By directly controlling plastic production, the future treaty can introduce legally binding measures that prevent plastics from driving further climate instability. Global efforts to limit warming to 1.5°C without such targeted action will remain incomplete.

To achieve that, the plastics treaty must establish a global target to reduce plastic production, implemented through a halt on new plastic production capacity, followed by legally binding national reduction targets that account for climate considerations while also addressing other planetary boundaries (such as land system change, ocean acidification, and novel entities), toxicity and human health, biodiversity loss, human rights, and environmental justice, among others.

REFERENCES

- [1] Karali N, Khanna N, Shah N. **Climate impacts of plastics production**. Lawrence Berkeley National Laboratory; 2024 Mar. Available from: <https://escholarship.org/uc/item/12s624vf>.
- [2] Tilsted JP, Bauer F, Deere Birkbeck C, Skovgaard J, Rootzén J. Ending fossil-based growth: confronting the political economy of petrochemical plastics. **One Earth**. 2023 Jun;6(6):607-29. doi:10.1016/j.oneear.2023.05.018.
- [3] Akizuki Y, Bressers A, Couse J, Healy C, Mackey P, Martin D, Messing J, Thomson J. **Oil 2023: Analysis and Forecast to 2028**. International Energy Agency; 2023. Available from: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/6ff5beb7-a9f9-489f-9d71-fd221b88c66e/Oil2023.pdf>.
- [4] Tilsted JP, Newell P. Synthetic transitions: the political economy of fossil fuel as feedstock. **Rev Int Polit Econ**. 2025. doi:10.1080/09692290.2025.2467394.
- [5] Center for International Environmental Law (CIEL). **Reducing Plastic Production to Achieve Climate Goals**. 2023 Sep. Available from: https://www.ciel.org/wp-content/uploads/2023/09/Reducing-Plastic-Production-to-Achieve-Climate-Goals_Sept21_V5.pdf.
- [6] Global Data. **Petrochemicals New Build and Expansion Projects Analysis by Type, Development Stage, Key Countries, Region and Forecasts, 2023-2027**. 2023 Feb. Available from: <https://www.globaldata.com/store/report/petrochemicals-new-build-and-expansion-projects-market-analysis/>.
- [7] Eunomia. **Aligning the Global Plastics Treaty with 1.5°C**. 2024. Available from: <https://eunomia.eco/wp-content/uploads/2024/11/Aligning-the-Global-Plastics-Treaty-with-1.5-40x40-V4.0.pdf>.



Plásticos e a saúde humana



Thais Mauad*



Regiani Carvalho-Oliveira*



Luís Fernando Amato-Lourenço**

*Departamento de Patologia, Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, Brasil. **Instituto de Biologia, Freie Universität Berlin, Berlin, Alemanha.

Palavras-chave: microplásticos; aditivos; saúde humana

Resumo: Desde os anos 50, o plástico se tornou onipresente, mas seu consumo excessivo e descarte problemático ameaçam o planeta. A lenta degradação gera micro e nanoplásticos, contaminando ar, água e solo. Aditivos tóxicos presentes no plástico também representam riscos à saúde, sendo encontrados no corpo humano e associados a diversas doenças. Estudos mostram que microplásticos causam danos celulares e podem levar a problemas graves. A cadeia produtiva do plástico é prejudicial, e a reciclagem se mostra ineficaz. Reduzir a produção, regular químicos e apoiar acordos globais são cruciais para mitigar esses impactos.

A partir dos anos 50, nossas vidas foram invadidas pelo plástico. Peças contendo plástico estão em nossas roupas, eletrodomésticos, móveis, embalagens de comida, produtos de limpeza e cosméticos, brinquedos etc. O plástico aliou-se a um modo de vida supostamente rápido, prático e higienista, sendo que os objetos que utilizamos tem uma vida média de menos de três anos (Alliance Sorbonne Université, 2024).

A produção e o consumo excessivos de plástico, principalmente os de uso único, já são ameaçadores para a estabilidade das funções do planeta e para a humanidade. A degradação completa dos polímeros, seja os que estão no mar ou no solo, não ocorrem numa escala humana de tempo. O desgaste do plástico em condições ambientais gera os micro e nanoplásticos¹ que permanecem no meio ambiente por séculos. Uma estimativa de 2023, após a amostragem em vários oceanos, mostrou que existem 170 trilhões de partículas plásticas flutuando no oceano (Eriksen et al., 2023). Em todas as regiões do mundo, existem micropartículas de plástico no ar. No solo, existe grande quantidade contaminada por plástico, seja pela

1. Para saber mais sobre os microplásticos, recomendamos assistir às aulas do curso “Crise dos plásticos: da informação à ação” ministradas pelo prof. Walter Waldman nos links: [Vídeo 1](#); [Vídeo 2](#), [Vídeo 3](#).

plasticultura, que é uma técnica agrícola que utiliza plásticos para cobrir o solo, construir estufas e túneis, e controlar o microclima, ou pelas embalagens de fertilizantes, lixões, lama do esgoto, que contaminam e prejudicam a biota do solo e a estrutura das plantas.

Além da contaminação ambiental por microplásticos, existe o grave problema dos aditivos do plástico. São mais de 16.000 substâncias químicas agregadas ao plástico para lhe conferir diferentes propriedades, sendo que 4.200 delas já foram identificadas como tóxicas, colocando em risco a saúde humana. Essas substâncias incluem os grupos químicos dos ftalatos, os bisfenóis, substâncias alquílicas polifluoradas (PFAs) entre outras. Já é sabido que os aditivos dos plásticos podem contaminar os alimentos quando presentes nas embalagens. A Organização Mundial da Saúde preconiza que informações sobre saúde e segurança na composição dos produtos químicos não sejam confidenciais, mas as informações sobre a composição dos aditivos nos produtos plásticos não acontecem no Brasil (Carney Almroth et al., 2025).

Com essa exposição maciça aos microplásticos e aditivos que os seres vivos estão submetidos, seja pela água, alimentação e no ar, é fácil de entender que essas substâncias estão também nos corpos dos seres vivos. Ingerimos alimentos com plástico, bebemos água contaminada com plástico e inalamos plásticos dentro de nossas casas. Os plásticos podem até ser absorvidos pela pele, no caso do uso de cosméticos contendo micropartículas. Os primeiros estudos nesta área do conhecimento mostraram microplásticos em animais marinhos, pela contaminação maciça do oceano. Em humanos, já se demonstrou a presença de microplásticos na maioria dos órgãos como os pulmões, cérebro, coração, fígado, próstata e rins. Também já foram detectadas micropartículas na cavidade nasal, no sangue, no escarro e na urina. Os microplásticos circulam em nosso sangue e atingem o leite materno. Estão na placenta e no feto, tendo sido identificados no mecônio e no líquido amniótico. Vale destacar que os nanoplásticos, partículas muito pequenas (1 μm), têm maior potencial de dano biológico, pois podem entrar no interior das células (Landrigan et al., 2023).

Nos últimos anos, a literatura sobre os efeitos para a saúde causados pelo microplástico aumentou bastante, com pesquisadores em todo o mundo preocupados em entender a consequência da presença deste material tóxico circulando e depositado em nossos corpos. A grande maioria dos estudos é feita em animais de experimentação ou em culturas de células, onde se é possível controlar o tipo de plástico administrado, a via de administração e o tempo de exposição, entre outros.

Os plásticos causam lesões celulares ligadas ao estresse oxidativo, a inflamação, nas vias de regulação endócrina e podem causar danos às membranas celulares e ao DNA celular. Os estudos experimentais mostram que pode haver comprometimento da função imunológica, alteração no metabolismo celular e energético, inibição na proliferação celular, degeneração de tecidos, desenvolvimento e disfunção de órgãos

anormais, alteração de parâmetros bioquímicos e até mesmo causam genotoxicidade e carcinogenicidade. Todas essas alterações celulares podem acarretar aparecimento ou na piora de doenças crônicas, ou degenerativas, distúrbios endócrinos, distúrbios metabólicos e cânceres. Em animais, microplásticos podem causar trombose no cérebro e causar distúrbios de comportamento. No coração podem causar toxicidade cardíaca. Em células do pulmão, os microplásticos podem induzir proteínas de caráter inflamatório. No sistema reprodutivo de camundongos, os microplásticos alteraram os folículos ovarianos, reduziram a chance de gravidez e alteraram o número e a motilidade dos espermatozoides. Os microplásticos podem ser ainda carreadores de patógenos e substâncias tóxicas, como os metais pesados e aditivos (Landrigan et al., 2023).

A ciência está ainda no início dos estudos clínicos sobre os efeitos adversos na saúde pela exposição aos microplásticos. Ainda não existem parâmetros de quantificação padronizados e técnicas não invasivas de detecção das partículas, dificultando a realização destes estudos em ensaios clínicos. Um estudo importante, porém, mostrou que indivíduos com microplásticos presentes nas placas de aterosclerose da artéria carótida, artéria vital na irrigação do tecido cerebral, tinham um risco significativo maior (4 x mais) de ter um infarto agudo do miocárdio, acidente vascular cerebral ou morrer por qualquer causa. Existem alguns indícios que o sistema cardiovascular seja um local importante que sofre danos por deposição de microplástico (Marfella et al, 2024).

Os aditivos presentes nos plásticos são motivos de grande preocupação quanto aos seus efeitos na saúde, já existindo muito mais literatura no assunto. Muita preocupação existe com a saúde reprodutiva e das crianças pequenas em relação a estas substâncias, principalmente os ftalatos, os bisfenóis e as PFAs. Estas substâncias já foram encontradas na urina, no sangue, no leite materno e em alguns órgãos. Existem muitas evidências científicas de associações entre estas substâncias e o peso ao nascer, a estrutura genital dos recém-nascidos, a puberdade, os abortos espontâneos, a síndrome dos ovários policísticos, a endometriose, a concentração e a motilidade dos espermatozoides, vários tipos de câncer, o desenvolvimento cerebral e o QI na infância, as doenças cardiovasculares, a diabetes, a obesidade e a asma.

Os danos associados à saúde causados pelo plástico não se resumem aos produtos gerados pela sua degradação. Vale lembrar que toda a cadeia do plástico causa danos à saúde e ao meio ambiente, desde a extração de petróleo, a manufatura do material, a reciclagem e a incineração. A produção de plástico contribui significativamente para as mudanças climáticas, contribuindo em quase 4% da emissão total global, maior do que as emissões do Brasil. A reciclagem já se mostrou ineficaz, apesar de propalada pela indústria do plástico, com taxas mundiais baixíssimas de reciclagem, que geram um produto mais tóxico, ao misturar diferentes polímeros e aditivos desconhecidos. Populações vulneráveis, como os trabalhadores da reciclagem, estão altamente expostas aos produtos tóxicos advindos deste trabalho, assim como já se encontrou produtos tóxicos em brinquedos e utensílios de casa feitos de reciclados (Landrigan et al., 2023).

Assim, a ameaça à saúde causada por estes materiais é enorme. Diminuir a produção de plásticos não essenciais e regulamentar os químicos perigosos é imperioso. É preciso engajamento da sociedade civil e dos governos para regulamentar a produção dos plásticos pela indústria. Infelizmente, a indústria prevê aumentar ainda a sua produção de plásticos até 2060. Por isso, fortalecer e apoiar o Tratado Global dos Plásticos é vital para garantir a vida e saúde dos seres vivos neste planeta.

REFERÊNCIAS

Alliance Sorbonne Université. Le plastique: un poison si pratique. 2024. doi: 10.5281/zenodo.10959051.

Carney Almroth B, Carmona E, Chukwuone N, Dey T, Slunge D, Backhaus T, et al. Addressing the toxic chemicals problem in plastics recycling. *Cambridge Prisms: Plastics*. 2025;3:e3. doi: 10.1017/plc.2025.

Eriksen M, Cowger W, Erdle LM, Coffin S, Villarrubia-Gómez P, Moore CJ, et al. A growing plastic smog, now estimated to be over 170 trillion plastic particles afloat in the world's oceans—Urgent solutions required. *PLoS ONE*. 2023;18(3):e0281596.

Landrigan PJ, Raps H, Cropper M, Bald C, Brunner M, Canonizado EM, et al. The Minderoo-Monaco Commission on Plastics and Human Health. *Ann Glob Health*. 2023 Mar 21;89(1):23. doi: 10.5334/aogh.4056. Erratum in: *Ann Glob Health*. 2023 Oct 11;89(1):71. doi: 10.5334/aogh.4331. PMID: 36969097; PMCID: PMC10038118.

Marfella R, Prattichizzo F, Sardu C, Fulgenzi G, Graciotti L, Spadoni T, et al. Microplastics and Nanoplastics in Atheromas and Cardiovascular Events. *N Engl J Med*. 2024;390:900-10. doi: 10.1056/NEJMoa2309822.



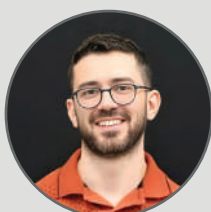
Plastics and human health



Thais Mauad*



Regiani Carvalho-Oliveira*



Luís Fernando Amato-Lourenço**

*Department of Pathology, School of Medicine, Universidade de São Paulo, Brazil. **Biology Institute, Freie Universität Berlin, Berlin, Germany.

Keywords: Microplastic; Additives; Human Health

Abstract: Since the 1950s, plastic has become ubiquitous, but its excessive consumption and problematic disposal are threatening the planet. Their slow degradation generates micro and nanoplastics, contaminating air, water, and soil. Toxic additives present in plastic also pose health risks, can be found in the human body, and are associated with several diseases. Studies show that microplastics cause cellular damage and can lead to serious problems. The plastic production chain is harmful, and recycling has proven ineffective. Reducing production, regulating chemicals, and supporting global agreements are crucial to mitigate these impacts.

Since the 1950s, our lives have been invaded by plastic. Items containing plastic are found in our clothing, household appliances, furniture, food packaging, cleaning products, cosmetics, toys etc. Plastic has become part of a supposedly fast, practical, and hygienic way of life, with the objects we use having an average lifespan of less than three years (Alliance Sorbonne Université, 2024).

The excessive production and consumption of plastic, especially single-use items, is already a threat to the stability of the planet's functions and to humanity. The complete degradation of polymers, whether at sea or in the soil, does not occur on a human time scale. The degradation of plastic under environmental conditions generates micro and nanoplastics¹ that remain in the environment for centuries. An estimate from 2023, after sampling in several marine areas, showed that there are 170 trillion plastic particles floating in the ocean (Eriksen et al., 2023). In all regions of the world, there are microparticles of plastic in the air. The soil is also largely contaminated by plastic, either from plasticulture, which is an agricultural technique that uses plastics to cover the soil, build greenhouses and tunnels, and control the microclimate, or from

1. To learn more about microplastics, we recommend the classes given by Prof. Walter Waldman in the course "Crise dos plásticos: da informação à ação" available through the links: [Video 1](#); [Video 2](#), [Video 3](#).

fertilizer packaging, dumps, or sewage sludge, which contaminate and harm soil biota and plant structure.

In addition to environmental contamination by microplastics, there is a serious problem regarding plastic additives. There are over 16,000 chemical substances that are added to plastic to give it different properties, of which 4,200 have already been identified as toxic, posing a risk to human health. These substances include the chemical groups phthalates, bisphenols, polyfluorinated alkyl substances (PFAs), among others. It is already known that plastic additives can contaminate food when present in packaging. The World Health Organization recommends that information about health and safety in the composition of chemical products should not be confidential, but information about the composition of additives in plastic products is not available in Brazil (Carney Almroth et al., 2025).

With this massive exposure of living beings to microplastics and additives, whether through water, food or air, it is easy to understand that these substances are also present inside their bodies. We ingest food containing microplastic, drink water contaminated with plastic, and inhale plastics inside our homes. Plastics can even be absorbed through the skin, in the case of cosmetics containing microparticles. The first studies in this field of knowledge showed microplastics in marine animals, due to the substantial contamination of the ocean. In humans, the presence of microplastics has been demonstrated in most organs, such as the lungs, brain, heart, liver, prostate, and kidneys. Microparticles have also been detected in the nasal cavity, blood, sputum, and urine. Microplastics circulate in our blood and reach breast milk. They are found in the placenta and fetus and have been identified in meconium and amniotic fluid. It is worth noting that nanoplastics, which are very small particles (1 μm), have greater potential for biological damage, as they can enter cells (Landrigan et al., 2023).

In recent years, the literature on the health effects of microplastics has grown significantly, with researchers around the world concerned with understanding the consequences of the presence of this toxic material circulating and deposited in our bodies. The vast majority of studies are conducted on either experimental animals or cell cultures, where it is possible to control the type of plastic administered, the route of administration, and the time of exposure, among other factors.

Plastics cause cellular damage linked to oxidative stress and inflammation in endocrine regulatory pathways and can cause damage to cell membranes and to cellular DNA. Experimental studies show that they can compromise immune function, alter cellular and energy metabolism, inhibit cell proliferation, degenerate tissues, trigger the development and dysfunction of abnormal organs, alter biochemical parameters, and even cause genotoxicity and carcinogenicity. All these cellular alterations can lead to the onset or worsening of chronic or degenerative diseases, endocrine disorders, metabolic disorders, and

cancers. In animals, microplastics can cause thrombosis in the brain and behavioral disorders. In the heart, they cause cardiac toxicity. In lung cells, microplastics can induce inflammatory proteins. In the reproductive system of mice, microplastics were shown to alter ovarian follicles, reduce the chance of pregnancy, and alter the number and motility of sperm. Microplastics can also be the carriers of pathogens and toxic substances, such as heavy metals and additives (Landrigan et al., 2023).

Science is still in the early stages of clinical studies on the adverse health effects of exposure to microplastics. There are still no standardized quantification parameters or non-invasive particle detection techniques, making it difficult to conduct these studies in clinical trials. However, an important study showed that individuals with microplastics present in atherosclerotic plaques of the carotid artery, a vital artery for supplying brain tissue, had a significantly higher risk (4x higher) of having an acute myocardial infarction, stroke, or death from any cause. There is some evidence that the cardiovascular system is an important site of damage from microplastic deposition (Marfella et al, 2024).

Plastic additives are a cause for great concern regarding their effects on health, with much more literature on the subject. There is significant worry regarding the reproductive health and health of young children in relation to these substances, especially phthalates, bisphenols, and PFAs. These substances have been found in urine, blood, breast milk, and some organs. There is considerable scientific evidence of associations between these substances and birth weight, newborn genital structure, puberty, miscarriages, polycystic ovary syndrome, endometriosis, sperm concentration and motility, various types of cancer, brain development and the IQ in childhood, cardiovascular disease, diabetes, obesity, and asthma.

The health-related damage caused by plastic is not limited to the products generated by its degradation. It is worth remembering that the entire plastic chain causes damage to health and the environment, from oil extraction to the manufacture of the material, to recycling and incineration. Plastic production contributes significantly to climate change, accounting for almost 4% of total global emissions, which is greater than all emissions from Brazil. Recycling has already proven ineffective, despite being promoted by the plastics industry, with very low global recycling rates, which generate a more toxic product, by mixing different polymers and unknown additives. Vulnerable populations, such as recycling workers, are highly exposed to the toxic products from this work, and toxic products have also been found in toys and household items made from recycled materials (Landrigan et al., 2023).

Thus, the health threat posed by these materials is enormous. Reducing the production of non-essential plastics and regulating hazardous chemicals is imperative. Civil society and governments must engage in regulating the plastic production by the industry. Unfortunately, the industry expects to increase its production of plastics by 2060. Therefore, strengthening and supporting the Global Plastics Treaty is vital to guarantee the life and health of living beings on this planet.

REFERENCES

Alliance Sorbonne Université. Le plastique: un poison si pratique. 2024. doi: 10.5281/zenodo.10959051.

Carney Almroth B, Carmona E, Chukwuone N, Dey T, Slunge D, Backhaus T, et al. Addressing the toxic chemicals problem in plastics recycling. *Cambridge Prisms: Plastics*. 2025;3:e3. doi: 10.1017/plc.2025.

Eriksen M, Cowger W, Erdle LM, Coffin S, Villarrubia-Gómez P, Moore CJ, et al. A growing plastic smog, now estimated to be over 170 trillion plastic particles afloat in the world's oceans—Urgent solutions required. *PLoS ONE*. 2023;18(3):e0281596.

Landrigan PJ, Raps H, Cropper M, Bald C, Brunner M, Canonizado EM, et al. The Minderoo-Monaco Commission on Plastics and Human Health. *Ann Glob Health*. 2023 Mar 21;89(1):23. doi: 10.5334/aogh.4056. Erratum in: *Ann Glob Health*. 2023 Oct 11;89(1):71. doi: 10.5334/aogh.4331. PMID: 36969097; PMCID: PMC10038118.

Marfella R, Prattichizzo F, Sardu C, Fulgenzi G, Graciotti L, Spadoni T, et al. Microplastics and Nanoplastics in Atheromas and Cardiovascular Events. *N Engl J Med*. 2024;390:900-10. doi: 10.1056/NEJMoa2309822.



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).

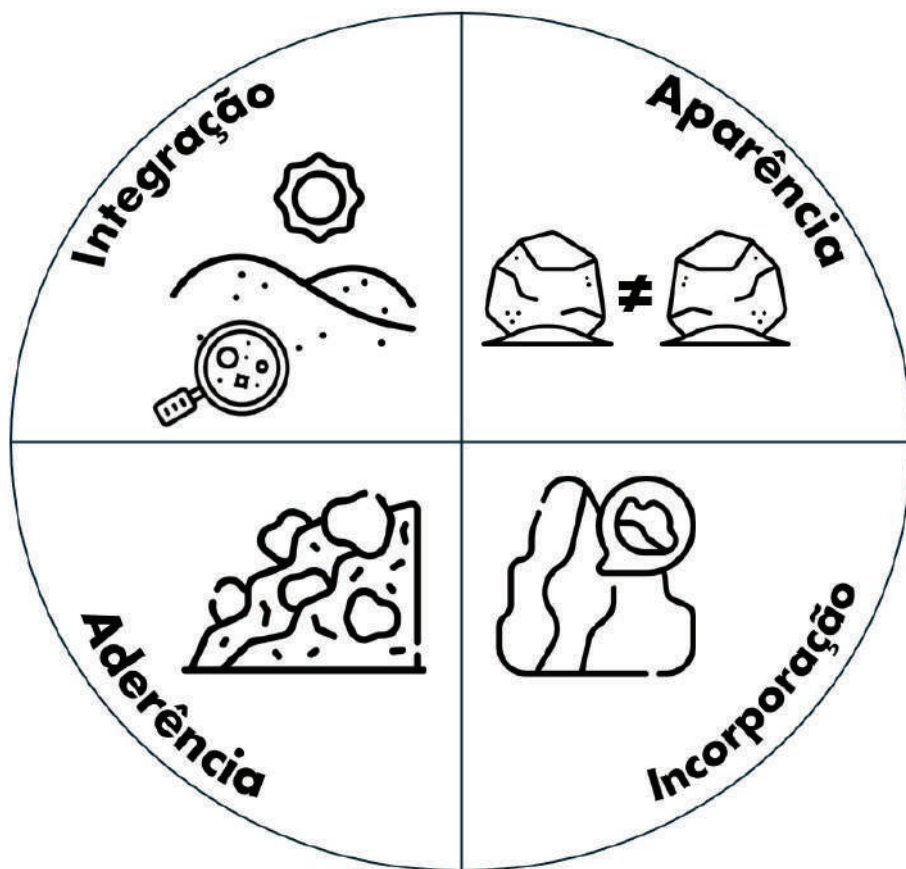


Figura 1. Esquema ilustrando os quatro tipos de interações entre o lixo no mar e materiais geológicos.

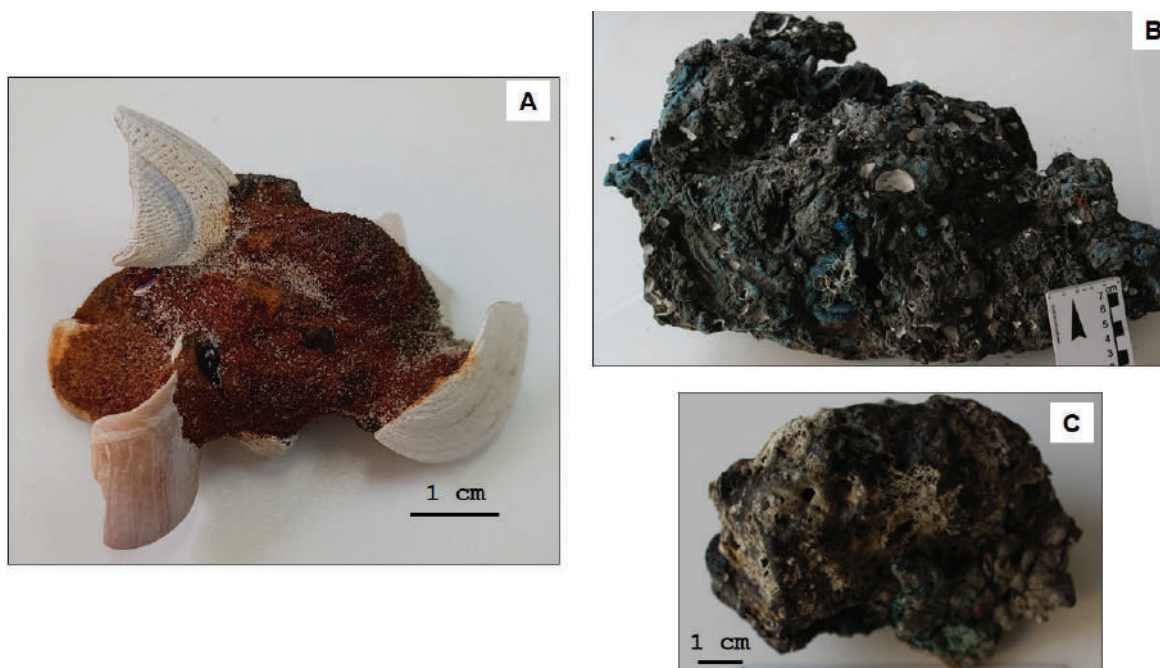


Figura 2. Exemplos de amostras representando interações entre o lixo no mar e materiais geológicos. A) Antropoquina formada por um item de lixo metálico com sedimento arenoso e bioclastos cimentados; B) Plastiglomerado formado por plástico fundido, fragmentos de cabos de pesca e conchas de moluscos bivalves;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



Plastic rocks: Interactions between plastic pollution and geology



Gerson Fernandino*



Carla I. Elliff**

Abstract: The presence and impacts of pollution by plastics and other solid waste have been detected in all spheres of our planet: atmosphere, hydrosphere, biosphere, and lithosphere. More recently, new types of samples, composed mainly – though not exclusively – of plastic, have been found in nature and are described in the global scientific literature as integrating, interacting, resembling or incorporating rocks. Thus, the objective of the present study was to present and discuss these different types of relationships between marine litter and geological materials, reflecting on their significance for geology and on our role and responsibility as a society in the face of this persistent problem.

According to the United Nations Environment Programme (UNEP), pollution has been listed as one of the three main environmental threats of the century, sharing the ranking with climate change and biodiversity loss. Among the various forms of pollution that affect our planet is marine litter, which is mostly generated on the continent and then reaches the ocean, mainly due to failures in the various stages of urban solid waste management. Given its importance, this problem is highlighted in Sustainable Development Goal 14: Life Below Water.

The magnitude of pollution in marine, coastal, and oceanic environments by solid waste, particularly plastics, goes beyond its mere presence on beaches or its impact on the organisms that inhabit these places. Interaction with the biota, whether through ingestion, entanglement, entrapment, etc., has been widely reported in the scientific literature. However, the occurrence of plastics – especially microplastics – has also been evidenced in the atmosphere, hydrosphere, and lithosphere of continental, marine, and transitional environments.

The lithosphere, Earth's upper layer composed of rocks, minerals, sediments, and other geological materials, has received increasing attention since the middle of the second decade of the 21st century regarding possible impacts and evidence of pollution by marine litter

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

Keywords: Anthropocene; Geological Scale; Solid Waste; Marine Litter

and new rock forms containing plastic and other materials in their composition. In this article, we will present and discuss key aspects of the relationship between plastic pollution and the geological compartment, but first, it is important to review some concepts from the study of Geology.

GEOLOGY: SEDIMENTS, ROCKS, AND PLASTICS?

Geology (from the Greek: geo, Earth + logy, study) is the study of planet Earth and it has the difficult task of recounting the history of our planet through the description and dating of rocks and the investigation and understanding of the dynamics of Earth. The main target material of this branch of science are rocks (natural aggregates of one or more minerals), subdivided into three types: i) igneous or magmatic rocks, formed by the cooling and crystallization of magma (e.g. basalts and granites); ii) sedimentary rocks, formed through a set of physical and chemical processes (diagenesis) that compact and cement sedimentary grains, transforming them into rock (lithification) (e.g. sandstone, siltstone); they can also be formed through the burial and alteration of organic matter (e.g. peat, coal) or the chemical precipitation of carbonates and other salts (e.g. limestone, evaporite); and, finally, iii) metamorphic rocks, formed through the transformation, in a solid state, of a pre-existing rock (protolith) – which can be either igneous or sedimentary or even another metamorphic rock – that, due to the increase in pressure and temperature, has its structure reorganized and, often, its mineralogical composition altered, forming a new rock (e.g. quartzite, gneiss, schist, marble).

Some authors argue that we can draw parallels between some anthropogenic particles (e.g. microplastics) and their natural analogues (e.g. sand, silt, and clay) and that their behavior, dispersion, and deposition in the natural environment would follow the same “rules” as natural particles. Thus, considering that virtually no modern depositional environment, such as beaches, deserts, lakes, or ocean basins, is free from plastic contamination, recent sedimentological studies should include this anthropogenic component when analyzing and describing the sediments of these environments. In this sense, we can ask ourselves: if the sedimentary rocks we find were formed from the diagenesis and lithification of sediments from ancient depositional environments, and they are composed of the materials present there at that time (mineral grains, shells and carapaces of organisms, organic matter), would it be possible that plastic and other anthropogenic materials could be part of the sedimentary rocks that are being formed at this very moment? Yes, it is reasonable to infer that they are. But what does science have to say about this? What evidence has already been found?

UNDERSTANDING THE “PLASTIC VS. GEOLOGY”
RELATIONSHIPS

For about a decade, scientific articles have been published reporting on the relationship between plastics and geological material. For better understanding, we will classify below, and in Figure 1, these types of relationships as:

- Integration (in the sedimentary matrix): where litter particles represent yet another component of the sediment and are, therefore, susceptible to the same processes as their natural counterparts (Gabbott et al., 2020).
- Appearance: where plastic forms present external characteristics that are similar to natural rocks, as exemplified in Table 1.

Anthropogenic plastic form	Analogous natural rock	Reference
Plastiglomerate	Conglomerate	Corcoran et al., 2014
Pyroplastic	Lithic pebbles	Turner et al., 2019
Plastistones	Rock slabs	Santos et al., 2022

Table 1. Examples of plastic forms of anthropogenic origin and their analogous natural rocks.

- Adhesion: where the plastic is adhered to the surface of rocks, such as in the case of plasticrusts (Gestoso et al., 2020).
- Incorporation: where litter items are naturally cemented to natural particles, forming part of the composition of the new rock formed, as in the case of anthropoquinas (Fernandino et al., 2020).



Figure 1. Diagram illustrating the four types of interactions between marine litter and geological materials

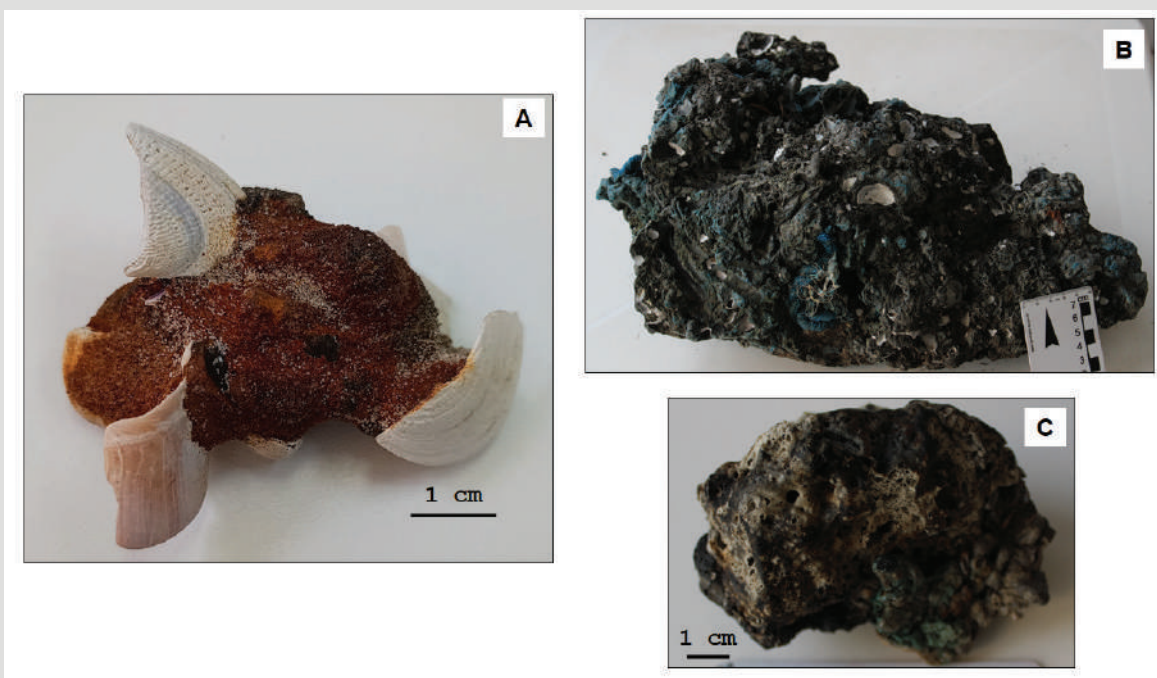


Figure 2: Examples of samples representing interactions between marine litter and geological materials. A) Anthropoquina formed by a metallic litter item with sandy sediment and cemented bioclasts; B) Plastiglomerate formed by molten plastic, fragments of fishing ropes, and bivalve mollusk shells; and C) Plastistone formed essentially by molten plastic. Credits: Gerson Fernandino

Among the four types mentioned above, integration and incorporation are the ones that show that anthropogenic components are in fact part of natural cycles and are participating in geological processes, such as transport, deposition, remobilization, diagenesis, and lithification, as other natural sedimentary particles. Among all these new types of samples mentioned, anthropoquinas stand out as those that can in fact be considered rocks and are important evidence of the integration of waste produced by human society into geological cycles, contributing yet another argument to the Anthropocene debate. Although the Anthropocene has not yet been formalized by the competent international bodies as a new geological Epoch and its request for formalization was denied in 2024, it is undeniable that human activities have influenced the great natural cycles of the planet, across all its spheres (atmosphere, hydrosphere, biosphere, lithosphere), impacting the balance of processes with Earth's Systems.

The human footprint on the planet is profound and its persistence over time is still uncertain. However, our traces, to a greater or lesser extent, will be recorded in the sedimentary rocks of the future and may be the subject of study and investigations by geologists in the distant future.

Reversing the problem of marine plastic pollution is a huge challenge, and there is no single simple solution, given its complexity and multiple facets. Changes must be made on a large scale, on a global scale, involving the articulation of society, driven by public policies that combat the problem from sources, in oil and gas exploration, through industrial processes, and finally reaching consumption and reuse/final disposal of solid waste. But do we have time to wait for these changes on such a large scale? Will marine, coastal, and oceanic ecosystems be able to wait? Will our health be able to wait for these changes? These are some of the questions we need to reflect on as individuals and as a society. In the meantime, we continue to share space with plastic, this persistent – and insistent – pollutant, that has even become part of our rocks.

REFERENCES

- 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>.



Bioplásticos, plásticos biodegradáveis e outras falsas soluções



Ítalo Braga Castro*

Resumo: Plásticos estão no centro da tripla crise planetária. Entre as soluções apresentadas, a substituição por bioplásticos ou materiais supostamente biodegradáveis, tem ganhado força. Entretanto, há um amplo desconhecimento sobre o significado destes termos, que são estampados nas embalagens, levando a decisões de compra equivocadas. Ainda, o uso mal-intencionado do marketing verde, focado na exacerbação do lucro a despeito da sustentabilidade, impõem obstáculos às iniciativas globais. Portanto, além das ações visando a redução do consumo plástico, a rotulagem de produtos que alegam benefícios ambientais precisará ser regulada. Tais iniciativas são essenciais para evitar a proliferação de falsas soluções para a crise global dos plásticos

O aporte disseminado de resíduos plásticos em ambientes naturais está no centro de uma crise planetária contemporânea que tem raízes fincadas simultaneamente na perda global de biodiversidade, nas mudanças do clima e na poluição. Nessa perspectiva, a comunidade científica internacional tem alertado para danos ambientais sistêmicos provocados pela produção, consumo e descarte de polímeros sintéticos derivados de petróleo - plásticos - os quais são hoje onipresentes, sobremaneira em sistemas marinhos e costeiros (Viera *et al.*, 2021). Embora os impactos ambientais causados pelos plásticos sejam amplamente associados ao emaranhamento ou ingestão acidental por organismos marinhos da macrofauna, partículas com menos de 5 mm, conhecidas como microplásticos (MP), adicionam uma componente ainda mais prejudicial com reflexos também na saúde humana. MP tem origem na fragmentação de utensílios poliméricos maiores ou no descarte de pequenas partículas usadas em produtos de consumo, sendo facilmente transportados e disseminados através da atmosfera, correntes marinhas, fluxos costeiros e descarga de rios. Consequentemente, MP têm sido encontrados em órgãos e tecidos de animais, plantas e seres humanos em potencial associação com vários efeitos danosos (Nunes *et al.*, 2023).

*Instituto do Mar, Universidade Federal de São Paulo, Santos, Brasil

Palavras-chave: greenwashing; oxi-degradáveis; falsas alegações; biodegradabilidade

Os impactos generalizados resultantes do descarte inadequado de resíduos plásticos têm impulsionado ampla discussão global. Enquanto a diplomacia internacional discute um instrumento juridicamente vinculante com foco em criar um arcabouço regulatório para reduzir a poluição por plásticos, alguns países vêm tentando implementar legislações para promover a economia circular, redução da produção e a substituição dos plásticos por materiais alternativos. Em grande parte, estas iniciativas são impulsionadas por um aumento no grau de comprometimento dos consumidores - que vale lembrar, também são eleitores -, com a sustentabilidade ambiental. Atenta a estas mudanças de comportamento, durante a última década a indústria tem colocado no mercado materiais que alegam ser de base biológica (bioplásticos ou plásticos verdes), compostáveis, oxi-degradáveis e/ou biodegradáveis (Viera *et al.*, 2020). Entretanto, há um amplo desconhecimento sobre o significado destes termos, que são estampados nas embalagens, levando frequentemente a decisões de compra equivocadas por parte dos consumidores. Nesse aspecto, os bioplásticos são polímeros feitos total ou parcialmente com materiais renováveis de origem biológica, sem necessariamente diferir quimicamente dos seus equivalentes elaborados a partir de derivados do petróleo (Nazareth *et al.*, 2022). A conclusão óbvia, é que embora estes materiais contribuam para minimizar emissões de gás carbônico (CO₂), geram exatamente o mesmo tipo de resíduo que os plásticos convencionais, não sofrendo completa degradação ambiental. Cabe ainda ressaltar, que alguns poucos bioplásticos podem sofrer degradação relativamente rápida em condições de compostagem, que diferem dos ambientes reais.

A despeito das alegações presentes nos rótulos, polímeros sintéticos supostamente biodegradáveis deveriam ser capazes de se decompor em dióxido de carbono (CO₂), água (H₂O) e/ou metano (CH₄) quando expostos a ambientes naturais, em intervalos de tempo razoáveis. Entretanto, em alguns ambientes naturais como o mar profundo, destino da grande parte dos plásticos descartados globalmente, a degradação simplesmente não acontece devido às baixas temperaturas, ausência de luz e de microbiota competente (Viera *et al.*, 2021). Nesse contexto, é importante discernir materiais biodegradáveis daqueles compostáveis, que apenas sofrem degradação em condições especiais, as quais diferem da natureza real. Portanto, embora muitos produtos comerciais feitos de plástico aleguem biodegradabilidade, essa propriedade não é observada na maioria dos utensílios disponíveis no mercado (Moreno *et al.*, 2023). Outra categoria de plásticos alternativos emergiu recentemente, os oxi-degradáveis, contendo aditivos pró-oxidantes que supostamente aceleram a quebra das cadeias poliméricas pela radiação luminosa. Entretanto, devido à ausência de evidências quanto a sua completa degradação e potencial aceleração na formação de microplásticos, foram banidos em vários países, incluindo a União Europeia. Apesar disso, um estudo recente realizado em 40 supermercados brasileiros encontrou que 94% dos produtos de plástico

que alegavam ser biodegradáveis, eram na verdade desta categoria (Moreno *et al.*, 2023).

Enquanto o mundo democrático discute soluções multilaterais para crise dos plásticos, que simultaneamente ameaçam a biodiversidade e a existência humana, as sociedades contemporâneas vem gradativamente tomando consciência da necessidade de mudança nos hábitos de consumo. Nesse ínterim, o desenvolvimento de produtos que ofereçam benefícios ambientais, ainda que mais caros, representam uma ferramenta valiosa para lidarmos com nossa dependência de polímeros sintéticos. Entretanto, a prática de *greenwashing*¹, visando a exacerbação do lucro a despeito do compromisso com a sustentabilidade impõem severo obstáculo às iniciativas globais (Moreno *et al.*, 2023; Nazareth *et al.*, 2019). Nessa perspectiva, é importante que a comunicação do setor produtivo com os consumidores seja honesta, pois enquanto os governos gastam recursos públicos para educação de cidadãos ambientalmente conscientes, as práticas de *greenwashing* podem causar mais danos à – já abalada – confiança do consumidor em produtos sustentáveis (Viera *et al.*, 2020). Finalmente, além das ações locais e globais que o desafiam da poderosa indústria do plástico, a rotulagem de produtos que alegam benefícios ambientais precisará ser regulada. Tais iniciativas são essenciais para evitar a proliferação de falsas soluções para a crise global dos plásticos, a qual precisa ser enfrentada, de múltiplas perspectivas.

1. Estratégia de marketing enganosa que visa fazer com que uma empresa pareça mais sustentável do que realmente é, geralmente oferecendo produtos que alegam benefícios ambientais que na verdade não são entregues ao consumidor.

REFERÊNCIAS

MORENO, B.B., RODRIGUES, B.V., AFONSO, L.R., Jimenez, P.C., CASTRO, Í.B., 2023. High incidence of false biodegradability claims related to single-use plastic utensils sold in Brazil. **Sustainable Production and Consumption** 41, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.07.024>

NAZARETH, M., MARQUES, M.R.C., LEITE, M.C.A., CASTRO, Í.B., 2019. Commercial plastics claiming biodegradable status: Is this also accurate for marine environments? **Journal of Hazardous Materials** 366, 714–722. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2018.12.052>

NAZARETH, M.C., MARQUES, M.R.C., PINHEIRO, L.M., CASTRO, Í.B., 2022. Key issues for bio-based, biodegradable and compostable plastics governance. **Journal of Environmental Management** 322, 116074. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116074>

NUNES, B.Z., MOREIRA, L.B., XU, E.G., CASTRO, Í.B., 2023. A global snapshot of microplastic contamination in sediments and biota of marine protected areas. **Science of The Total Environment** 865, 161293. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.161293>

VIEIRA, J.S.C., MARQUES, M.R.C., NAZARETH, M.C., JIMENEZ, P.C., SANZ-LÁZARO, C., CASTRO, Í.B., 2021. Are biodegradable plastics an environmental rip off? **Journal of Hazardous Materials** 416, 125957. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.125957>



Bioplastics, biodegradable plastics, and other fake solutions



Ítalo Braga Castro

Abstract: Plastics are at the center of the triple planetary crisis. Replacing this material with bioplastics or supposedly biodegradable alternatives has gained strength among the solutions presented. However, there is a widespread lack of knowledge about the meaning of these terms, which are printed on packaging, leading to mistaken purchasing decisions. Moreover, the malicious use of greenwashing, focused on exacerbating profits over sustainability, imposes obstacles to global initiatives. Therefore, in addition to actions aimed at reducing plastic consumption, the labeling of products that claim environmental benefits will need to be regulated. Such initiatives are essential to prevent the proliferation of fake solutions to the global plastics crisis.

The widespread leakage of plastic waste into natural environments is at the core of a contemporary planetary crisis that has its roots in the simultaneous global loss of biodiversity, climate change, and pollution. From this perspective, the international scientific community has warned of systemic environmental damage caused by the production, consumption, and disposal of synthetic polymers derived from petroleum – plastics – which are now ubiquitous, especially in marine and coastal systems (Viera et al., 2021). Although the environmental impacts caused by plastics are largely associated with the entanglement or accidental ingestion by marine macrofauna organisms, particles smaller than 5 mm, known as microplastics (MP), add an even more harmful component that also affects human health. MPs originate either from the fragmentation of larger polymeric utensils or from the disposal of small particles used in consumer products. They are easily transported and disseminated through the atmosphere, ocean currents, coastal flows, and river discharges. Consequently, MPs have been found in organs and tissues of animals, plants, and human beings in potential association with several harmful effects (Nunes et al., 2023).

*Instituto do Mar, Universidade Federal de São Paulo, Santos, Brasil

Keywords: Greenwashing; Oxo-Degradable; False Allegations; Biodegradability

The extensive impacts resulting from the improper disposal of plastic waste have promoted a global debate. While international diplomacy is discussing a legally binding instrument focused on creating a

regulatory framework to reduce plastic pollution, some countries are trying to implement legislation to promote a circular economy, reduce production, and replace plastics with alternative materials. These initiatives are largely driven by an increase in the level of commitment among consumers – who, it is worth remembering, are also voters – to environmental sustainability. The industry is aware of these changes in behavior, and over the last decade it has been feeding the market with materials that claim to be of biological origin (bioplastics or green plastics), compostable, oxo-biodegradable, and/or biodegradable (Viera et al., 2020). However, the meaning of these terms is widely unknown and, as they are printed on packaging, they often mislead the purchasing decision of the consumer. In this regard, bioplastics are polymers made either entirely or partially from renewable materials of biological origin, without necessarily differing chemically from their equivalents made from petroleum derivatives (Nazareth et al., 2022). The obvious conclusion is that although these materials help minimize carbon dioxide (CO₂) emissions, they generate exactly the same type of waste as conventional plastics, as they do not undergo complete environmental degradation. It is important to note that a few bioplastics can degrade quickly under composting conditions, which differ from real environments.

Despite label claims, supposedly biodegradable synthetic polymers should be able to decompose into carbon dioxide (CO₂), water (H₂O), and/or methane (CH₄) when exposed to natural environments within reasonable time frames. However, in some natural environments, such as the deep sea, where a large portion of the plastics discarded globally end up, degradation simply does not occur due to low temperatures and lack of light and competent microbiota (Viera et al., 2021). In this context, it is important to distinguish biodegradable materials from compostable materials, which only undergo degradation under specific conditions that differ from those found in real nature. Therefore, although many commercial products made of plastic claim biodegradability, this property is not observed in most utensils available on the market (Moreno et al., 2023). Another category of alternative plastics has recently emerged, the oxo-degradable plastics, which contain pro-oxidant additives that supposedly accelerate the breakdown of polymer chains by light radiation. However, due to the lack of evidence regarding their complete degradation and potential acceleration in the formation of MPs, they have since been banned in several countries, including in the European Union. Nevertheless, a recent study carried out in 40 Brazilian supermarkets found that 94% of plastic products that claimed to be biodegradable were in fact of this category (Moreno et al., 2023).

While the democratic world debates multilateral solutions to the plastic crisis, which simultaneously threatens biodiversity and human existence, contemporary societies are gradually becoming more aware of the need to change consumption habits. In the meantime, the

development of products that offer environmental benefits, even if more expensive, represents a valuable tool for dealing with our reliance on synthetic polymers. However, the practice of greenwashing¹, aimed at exacerbating profit above commitments to sustainability, poses a serious obstacle to global initiatives (Moreno et al., 2023; Nazareth et al., 2019). From this perspective, it is important that the communication between the private sector and consumers is honest, because while governments spend public resources on education for more environmentally aware citizens, greenwashing practices can cause further damage to the – already shaken – consumer confidence in sustainable products (Viera et al., 2020). Finally, in addition to local and global actions to challenge the powerful plastics industry, the labeling of products that claim environmental benefits must be regulated. Such initiatives are essential to prevent the proliferation of fake solutions to the global plastics crisis, which needs to be addressed from multiple perspectives.

1. A deceptive marketing strategy that aims to make a company appear more sustainable than it actually is, usually by offering products that claim environmental benefits that are not truly delivered to the consumer.

REFERENCES

- MORENO, B.B., RODRIGUES, B.V., AFONSO, L.R., Jimenez, P.C., CASTRO, Í.B., 2023. High incidence of false biodegradability claims related to single-use plastic utensils sold in Brazil. **Sustainable Production and Consumption** 41, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.07.024>
- NAZARETH, M., MARQUES, M.R.C., LEITE, M.C.A., CASTRO, Í.B., 2019. Commercial plastics claiming biodegradable status: Is this also accurate for marine environments? **Journal of Hazardous Materials** 366, 714–722. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2018.12.052>
- NAZARETH, M.C., MARQUES, M.R.C., PINHEIRO, L.M., CASTRO, Í.B., 2022. Key issues for bio-based, biodegradable and compostable plastics governance. **Journal of Environmental Management** 322, 116074. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.116074>
- NUNES, B.Z., MOREIRA, L.B., XU, E.G., CASTRO, Í.B., 2023. A global snapshot of microplastic contamination in sediments and biota of marine protected areas. **Science of The Total Environment** 865, 161293. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.161293>
- VIEIRA, J.S.C., MARQUES, M.R.C., NAZARETH, M.C., JIMENEZ, P.C., SANZ-LÁZARO, C., CASTRO, Í.B., 2021. Are biodegradable plastics an environmental rip off? **Journal of Hazardous Materials** 416, 125957. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.125957>





**JOVENS
PESQUI
SADO
RES**

Os limites da reciclagem do plástico e os seus desafios no Brasil



Tainá Ângela Vedovello Bimbati*



Fábio Luiz Cardozo**



Sylmara Lopes Francelino Gonçalves Dias**

*Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo; **Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo

Palavras-chave: reciclagem; circularidade; plástico; limites; catadores de materiais recicláveis

Resumo: No enfrentamento à crise dos plásticos, a discussão sobre os desafios da reciclagem é fundamental. Especialmente no Brasil, onde a cadeia da reciclagem está estruturada sobre o trabalho dos catadores de materiais recicláveis, uma grande parcela de plásticos existentes no mercado não são recuperados pela indústria recicladora, se tornam rejeitos, vão para aterros sanitários e ocasionam impactos econômicos diretamente sobre os catadores, que tem o seu trabalho desperdiçado. A reciclagem tem sido considerada uma medida promissora para recuperar os resíduos plásticos amplamente descartados nos diversos ecossistemas, mas uma série de limitações técnicas, tecnológicas, territoriais e econômicas têm impedido que isso ocorra na prática. Diante desses desafios, as soluções estão além de questões técnicas ou de governança. A viabilidade da reciclagem não pode ser discutida sem considerar mudanças estruturais no sistema produtivo e econômico para garantir maior justiça socioambiental.

A discussão sobre os desafios da reciclagem de plásticos tem assumido um papel central no contexto global de enfrentamento à crise dos plásticos. Especialmente no Brasil, essa problemática é importante, pois a cadeia da reciclagem está estruturada sobre o trabalho dos catadores de materiais recicláveis. Cerca de 90% dos resíduos recicláveis são reintroduzidos na indústria recicladora pelos catadores. Ainda que o plástico seja o material que represente a maior receita para as organizações de catadores e catadoras em todas as regiões, com 65% do faturamento (Anuário da Reciclagem, 2024), uma grande parcela de plásticos existentes no mercado não pode ser comercializada para a indústria recicladora e, ao se tornarem rejeitos, vão parar em aterros sanitários. Além de caracterizar um descumprimento legal, os impactos econômicos dos rejeitos recaem diretamente sobre os catadores.

Desde que passou a ser produzido em escala industrial em 1950, o plástico está amplamente presente em todos os segmentos de mercado. A sua produção superou qualquer outro material manufaturado, com

mais de 8,3 bilhões de toneladas produzidas no mundo, sendo metade disso fabricada apenas na última década. Cerca de 42% dos plásticos produzidos são usados para embalagens e a maioria é descartada em menos de um ano de uso (Geyer, Jambeck e Law, 2017). Globalmente, apenas 9% dos plásticos produzidos foram reciclados (destes, apenas 10% foram reciclados mais de uma vez) e 60% foram destinados aos aterros sanitários e descartados no ambiente (Geyer, Jambeck e Law, 2017). No Brasil, segundo a indústria, 25,6% dos plásticos foram reciclados, e cerca de 68% desse montante corresponde a embalagens do segmento de alimentos e bebidas (ABIPLAST, 2024). A reciclagem tem sido considerada uma medida promissora para recuperar os resíduos plásticos amplamente descartados nos diversos ecossistemas, mas limitações técnicas, tecnológicas, territoriais e econômicas têm impedido que isso ocorra na prática.

LIMITAÇÕES TÉCNICAS, TECNOLÓGICAS, TERRITORIAIS E ECONÔMICAS

A reciclagem mecânica de plásticos possui limitações técnicas referentes às características das resinas e à composição dos produtos, além da degradação do material ao longo dos ciclos de reciclagem, que é intrínseca ao processo, exigindo a incorporação de matéria-prima virgem e aditivos para compensar as perdas das propriedades dos materiais. A grande variedade de plásticos existentes no mercado representa um desafio, visto que possuem características, fluxos, processos de reciclagem e níveis de reciclabilidade diferentes entre si. No Brasil, em 2023, o PET foi a resina mais reciclada (41%), seguida do PEAD (21%), PEBD e PELBD (14%), PP (17%) e PVC e PS (2%) (ABIPLAST, 2024).

A combinação de resinas e materiais diferentes – prática comum na indústria para aprimorar propriedades de barreira à umidade, luz, oxigênio e gorduras –, o uso de aditivos – plastificantes e retardantes de chama –, e a concepção de embalagens coloridas chamativas para atrair os consumidores, dificulta e encarece o processo (Al-Salem, Lettieri e Baeyens, 2010), além de reduzir a qualidade do plástico reciclado e limitar o seu uso, comprometendo a reciclabilidade (Geyer, Jambeck e Law, 2017). Na prática, isso acontece com as embalagens multimateriais e multicamadas de salgadinhos, molho de tomate, bolachas, café e macarrão, que geralmente são feitas de BOPP (uma variante do PP). Também ocorre com as garrafas coloridas de água e produtos de higiene e cosméticos, que geralmente são feitas de PET colorido. Todos esses exemplos não tem reciclabilidade e evidenciam os inúmeros desafios impostos para a implementação de uma Economia Circular (Cardozo, 2024).

Há também uma limitação territorial para que a reciclagem de plásticos aconteça no Brasil, considerando que as indústrias recicladoras de plástico estão concentradas principalmente nas regiões Sul e Sudeste (ABIPLAST, 2024). Quanto mais distantes as fontes de resíduos da indústria recicladora, maiores os custos logísticos da recuperação dos plásticos. Neste sentido, a existência e oferta de tecnologia representa uma limitação tecnológica atual para a reciclagem em larga escala de certos tipos de plásticos criados pela indústria. Não há atualmente tecnologia disponível para reciclar o PET branco (ou PET leite), embalagens multicamadas e multimateriais e filmes flexíveis de BOPP. Por fim, há uma limitação econômica que se observa a partir da tributação sobre o material reciclado, que afeta sua viabilidade econômica em relação à matéria-prima virgem. Aliado a isso, o baixo valor agregado do material reciclado e as tecnologias de alto custo ou indisponíveis fazem com que o custo para reciclar plásticos seja maior que o custo para produzir um produto a partir de plástico virgem.

DESAFIOS SOCIAIS E O TRABALHO DESPERDIÇADO

Frente a isso, impõe-se um desafio de ordem social: os custos do trabalho desperdiçado de coleta, triagem, beneficiamento, armazenamento e destinação dos plásticos que não são reciclados (ou possuem um valor de mercado mais baixo que o custo do trabalho - como o caso do isopor), recaem para as organizações de catadores que não são pagas por nenhum elo da cadeia produtiva. Embora desempenhem um papel essencial para a cadeia da reciclagem, os catadores estão na base desta cadeia e nas franjas da sociedade e do mercado, trabalhando em condições de precariedade e informalidade, sem remuneração adequada (Silva e Gonçalves-Dias, 2019).

No trabalho de mestrado de Fábio Cardozo (2024), que investigou o rejeito em três cooperativas de catadores de materiais recicláveis do município de São Paulo, foi identificado que, dentre os materiais encontrados no rejeito, os plásticos representam 32% - sendo o maior em volume e o segundo maior em peso. Observa-se a predominância de embalagens plásticas do segmento de alimentos compostas de: PET na forma de bandeja, misturas de resina do tipo “Outros” e embalagens multicamadas como o BOPP, que possuem baixa ou nenhuma reciclabilidade em função da cor, da mistura de polímeros, contaminação, presença de aditivos e baixo valor econômico. Entre as marcas mais recorrentes, destacaram-se Nestlé, Bauducco, Coca-Cola, Danone, Colgate, Lacta, Aurora e Sadia, com predominância do setor alimentício (Cardozo, 2024).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os limites da reciclagem dos plásticos são, em última instância, impostos pelo sistema econômico atual. A cadeia produtiva do plástico, como parte de um sistema capitalista, pressupõe a busca incessante por lucro, acumulação de capital e a exploração dos recursos e da mão de obra para gerar valor, o que impede que a justiça social e ambiental seja plenamente alcançada. Nesse sentido, as soluções para contornar os desafios associados à reciclagem dos plásticos estão além de questões técnicas, como mudar o design dos produtos, criar mercado para materiais reciclados ou encontrar compradores para os resíduos. Também estão além das soluções de governança, como a implementação de políticas públicas e normas regulatórias para estruturar e fomentar o mercado de reciclagem. Essas são respostas limitadas que se concentram no nível operacional sem enfrentar os desafios estruturais de um sistema econômico que está condicionado à exploração contínua de recursos, inviabilizando a própria noção de economia circular.

As limitações apresentadas nos instigam a um questionamento sobre as dinâmicas econômicas que sustentam o ciclo de produção, consumo e descarte exacerbados de plásticos. A reciclagem não se limita apenas ao ato de separar e processar os materiais; ela é influenciada por decisões tomadas pela indústria do plástico no momento do desenvolvimento dos produtos. Somente em outra instância, é que são tomadas as decisões de consumo e políticas públicas. Os catadores não podem continuar absorvendo os custos indiretos de uma quantidade enorme de embalagens plásticas sem reciclabilidade ou de baixo valor econômico. Enquanto os lucros do plástico ficam para as indústrias de transformação, as perdas e prejuízos ficam com os catadores que tiveram seu trabalho desperdiçado. Nesse sentido, discutir a viabilidade econômica da reciclagem é essencial, mas não pode se basear na falsa ideia de que a circularidade plena pode ser alcançada sem uma revisão profunda do modelo de produção capitalista.

REFERÊNCIAS

ABIPLAST. **Monitoramento dos índices de reciclagem mecânica de plásticos pós-consumo no Brasil 2024 (Ano-Base 2023)**. 2024. Disponível em: <https://www.plasticotransforma.com.br/portal/mpt/arquivos/listas/15001/thumb.pdf?v=1>.

AL-SALEM, S. M., LETTIERI, P., BAEYENS, J. Recycling and recovery routes of plastic solid waste (PSW): A review. **Waste Management**, v. 29, n. 10, p. 2625-2643, 2009. DOI 10.1016/j.wasman.2009.06.004. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.06.004>

ANUÁRIO DA RECICLAGEM 2024. Disponível em: <https://ics.eco.br/wp-content/uploads/2024/12/Anuario-da-Reciclagem-2024.pdf>

CARDOZO, F. L. Circularidade do plástico na prática: um inventário do rejeito em cooperativas de catadores / Fabio Luiz Cardozo; orientador, Sylmara Lopes Francelino Gonçalves Dias. São Paulo, 2024. 156 p: Dissertação (Mestrado em Ciências) Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, 2024.

GEYER, R., JAMBECK, J. R., LAW, K. L. Production, use, and fate of all plastics ever made. **Science Advances**, v. 3, n. 7, e1700782. 2017. DOI: 10.1126/sciadv.1700782. Disponível em: <http://advances.sciencemag.org/content/3/7/e1700782>.

SILVA, J. G. M.; GONÇALVES-DIAS, S. L. F. (2019). O ‘Trabalho desperdiçado’: estudo em uma cooperativa de catadores de materiais recicláveis no município de São Paulo”. **Terra – Habitats Urbanos e Rurais**. Ituitaba, Barlavento, v. 3, p. 1370-1385.



The limits of plastic recycling and its challenges in Brazil



Tainá Ângela Vedovello Bimbati*



Fábio Luiz Cardozo**



Sylmara Lopes Francelino Gonçalves Dias**

*Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo; **Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo

Keywords: Recycling; Circularity; Plastic; Limits; Recyclable Waste Pickers

Abstract: Discussing the challenges of recycling is fundamental in addressing the plastics crisis. Especially in Brazil, where the recycling chain is structured around the work of recyclable waste pickers, a large portion of the plastics on the market are not recovered by the recycling industry, become rejected waste, end up in landfills, and have a direct economic impact on waste pickers, whose work is wasted. Recycling has been considered a promising measure to recover plastic waste that is widely discarded in various ecosystems, but a series of technical, technological, territorial, and economic limitations have prevented this from happening in practice. Given these challenges, solutions go beyond technical or governance issues. The viability of recycling cannot be discussed without considering structural changes in the productive and economic system to guarantee greater socioenvironmental justice.

Discussions about the challenges of plastic recycling have taken on a central role in the global context of tackling the plastic crisis. This issue is particularly important in Brazil, as the recycling chain is structured around the work of recyclable waste pickers. Close to 90% of recyclable waste is reintroduced into the recycling industry by waste pickers. Although plastic is the material that represents the largest revenue for waste picker organizations in all regions, accounting for 65% of revenue (Anuário da Reciclagem, 2024), a large portion of plastics on the market cannot be sold to the recycling industry and, when they become rejected waste, they end up in landfills. In addition to being a breach of the law, the economic impacts of waste fall directly on waste pickers.

Since the beginning of its production on an industrial scale in 1950, plastic has been widely present in all market segments. Its production has surpassed that of any other manufactured material, with more than 8.3 billion tons produced worldwide, half of which happened in the last decade alone. Approximately 42% of plastics produced are used for packaging and most are discarded within less than a year of use (Geyer, Jambeck and Law, 2017). Globally, only 9% of plastics produced

were recycled (of which only 10% were recycled more than once) and 60% were sent to landfills and discarded into the environment (Geyer, Jambeck and Law, 2017). In Brazil, according to the industry, 25.6% of plastics were recycled, and approximately 68% of this total corresponds to packaging from the food and beverage segment (ABIPLAST, 2024). Recycling has been considered a promising measure to recover plastic waste that is widely discarded in various ecosystems, but technical, technological, territorial, and economic limitations have prevented this from happening in practice.

TECHNICAL, TECHNOLOGICAL, TERRITORIAL, AND ECONOMIC LIMITATIONS

Technical limitations to the mechanical recycling of plastics include those related to the characteristics of the resins and the composition of the products, in addition to the degradation of the material over the course of different recycling cycles – which is intrinsic to the process, requiring the incorporation of virgin raw material and additives to compensate for the loss of material properties. The wide variety of plastics on the market represents a challenge, since they have different characteristics, flows, recycling processes, and levels of recyclability. In 2003 in Brazil, PET was the most recycled resin (41%), followed by PEAD (21%), PEBD and PELBD (14%), PP (17%), and PVC and PS (2%) (ABIPLAST, 2024).

The combination of different resins and materials – a common practice in the industry to improve barrier properties to moisture, light, oxygen, and fats –, the use of additives – plasticizers and flame retardants –, and the design of colorful packaging to attract consumers, makes the process difficult and more expensive (Al-Salem, Lettieri and Baeyens, 2010), in addition to reducing the quality of recycled plastic and limiting its use, compromising recyclability (Geyer, Jambeck and Law, 2017). In practice, this happens with multi-material and multi-layer packaging for snacks, tomato sauce, biscuits, coffee, and pasta, which are usually made of BOPP (a variety of PP). This also occurs with colored bottles for water and hygiene and cosmetic products, which are usually made of colored PET. All these examples are not recyclable and highlight the numerous challenges to implement a Circular Economy (Cardozo, 2024).

There is also a territorial limitation for plastic recycling to take place in Brazil, considering that plastic recycling industries are concentrated mainly in the South and Southeast regions of the country (ABIPLAST, 2024). The further away the waste sources are from the recycling industry, the higher the logistical costs of recovering the plastics. Thus, the existence and supply of technology represents a current technological limitation for large-scale recycling of certain types of plastics created by the industry. There is currently no technology available to recycle white PET (or milk PET), multi-layer and multi-material packaging, and flexible BOPP films. Finally, there is an economic limitation that can be observed when considering the double taxation on recycled material, which affects its economic viability in relation to virgin raw material. Moreover, the low added value of recycled material and high-cost or unavailable technologies make the cost of recycling plastics higher than the cost of producing items from virgin plastic.

SOCIAL CHALLENGES AND WASTED WORK

In view of this context, a social challenge arises: the costs of the wasted work of collecting, sorting, processing, storing, and disposing of plastics that are not recycled (or have a market value that is lower than the cost of labor – as is the case with Styrofoam) fall on the waste picker organizations that are not paid by any link in the production chain. Although they play an essential role in the recycling chain, waste pickers are at its base and on the fringes of society and the market, working in precarious and informal conditions, without adequate remuneration (Silva and Gonçalves-Dias, 2019).

In the master's thesis by Fábio Cardozo (2024), who investigated rejected waste in three recyclable waste picker cooperatives in the municipality of São Paulo, among the materials found in this rejected waste, plastics was found to represent 32% of the total – and was the greatest in volume and second greatest in weight. There is a predominance of plastic packaging from the food segment, composed of: PET in the form of trays, resin mixtures classified as “Other” regarding type, and multi-layer packaging such as BOPP, which have low to no recyclability due to color, polymer mixture, contamination, presence of additives, and low economic value. Among the most recurrent brands were Nestlé, Bauducco, Coca-Cola, Danone, Colgate, Lacta, Aurora, and Sadia, with a predominance of the food sector (Cardozo, 2024).

FINAL CONSIDERATIONS

The limits of plastic recycling are ultimately imposed by the current economic system. The plastic production chain, as part of the capitalist system, assumes the relentless pursuit of profit, capital accumulation, and the exploitation of resources and labor to generate value, which prevents social and environmental justice from being fully achieved. Thus, solutions to overcome the challenges associated with plastic recycling go beyond technical issues, such as changing product design, creating a market for recycled materials, or finding buyers for solid waste. They also go beyond governance solutions, such as implementing public policies and regulatory standards to structure and foster the recycling market. These are limited responses that focus on the operational level, without addressing the structural challenges of an economic system that is conditioned by the continuous exploitation of resources, making the very notion of a circular economy unfeasible.

The limitations presented make us question the economic dynamics that sustain the cycle of excessive production, consumption, and disposal of plastics. Recycling is not limited to the act of separating and processing materials; it is influenced by decisions made by the plastics industry when developing products. Consumer decisions and public policies are only made at another level. Waste pickers cannot continue to absorb the indirect costs of a huge amount of plastic packaging that is not recyclable or that has low economic value. While the profits from plastic go to the processing industries, the losses and damage are left to the waste pickers, who have their work wasted. Thus, discussing the economic viability of recycling is essential, but it cannot be based on the false idea that full circularity can be achieved without a profound review of the capitalist production model.

REFERENCES

ABIPLAST. **Monitoramento dos índices de reciclagem mecânica de plásticos pós-consumo no Brasil 2024 (Ano-Base 2023)**. 2024. Available at: <https://www.plasticotransforma.com.br/portal/mpt/arquivos/listas/15001/thumb.pdf?v=1>.

AL-SALEM, S. M., LETTIERI, P., BAEYENS, J. Recycling and recovery routes of plastic solid waste (PSW): A review. **Waste Management**, v. 29, n. 10, p. 2625-2643, 2009. DOI 10.1016/j.wasman.2009.06.004. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.06.004>

ANUÁRIO DA RECICLAGEM 2024. Disponível em: <https://ics.eco.br/wp-content/uploads/2024/12/Anuario-da-Reciclagem-2024.pdf>

CARDOZO, F. L. Circularidade do plástico na prática: um inventário do rejeito em cooperativas de catadores / Fabio Luiz Cardozo; orientador, Sylmara Lopes Francelino Gonçalves Dias. São Paulo, 2024. 156 p: Dissertação (Mestrado em Ciências) Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, 2024.

GEYER, R., JAMBECK, J. R., LAW, K. L. Production, use, and fate of all plastics ever made. **Science Advances**, v. 3, n. 7, e1700782. 2017. DOI: 10.1126/sciadv.1700782. Available at: <http://advances.sciencemag.org/content/3/7/e1700782>.

SILVA, J. G. M.; GONÇALVES-DIAS, S. L. F. (2019). “O ‘Trabalho desperdiçado’: estudo em uma cooperativa de catadores de materiais recicláveis no município de São Paulo”. **Terra – Habitats Urbanos e Rurais**. Ituitaba, Barlavento, v. 3, p. 1370-1385.



Resíduos plásticos na saúde: uma síntese global de estimativas em várias escalas e contextos



Nathalia Silva de
Souza Lima Cano*



Melissa M. Bilec**

Resumo: Os plásticos utilizados nos serviços de saúde são fundamentais para garantir a esterilidade e manter os custos acessíveis. No entanto, também representam um desafio crescente na gestão de resíduos, agravado pelo aumento do uso de itens de uso único, especialmente durante a pandemia de COVID-19. A presente revisão analisou dados sobre resíduos de plásticos utilizados nos serviços de saúde em níveis nacional, hospitalar, departamental e por procedimento, reportados por 25 estudos realizados em 17 países. Os resultados demonstraram variações significativas, com estimativas nacionais variando de 15.000 a 1,7 milhões de toneladas métricas anualmente e médias hospitalares de 0,44 kg de resíduos por paciente/dia. Esses resultados reforçam a urgência na adoção de soluções de economia circular voltadas ao setor da saúde.

Os plásticos utilizados na área da saúde são parte integrante das práticas médicas modernas devido à sua versatilidade, acessibilidade e compatibilidade com requisitos de esterilidade (Buuren et al., 2023). No entanto, essas mesmas características impõem desafios na gestão dos resíduos plásticos na saúde. Como a cadeia de abastecimento da área da saúde deve ser rigorosamente regulamentada para dar prioridade à segurança dos pacientes (Martin et al., 2022), a utilização generalizada de plásticos levou a um aumento da produção de resíduos do material. Desde 2010, as preocupações globais com a gestão dos resíduos de plástico aumentaram, em especial devido à maior sensibilização para o seu impacto na poluição marinha, impulsionando a investigação sobre a gestão dos resíduos plásticos da área da saúde (Martin et al., 2022). A pandemia de COVID-19 intensificou ainda mais a utilização de plásticos de uso único (ou descartáveis) para mitigar a transmissão do vírus, o que levou a um aumento dos resíduos plásticos e a uma má gestão dos equipamentos de proteção individual, enfatizando a necessidade de melhorar estratégias de gestão de resíduos (Gopinath et al., 2022).

Este estudo tem por objetivo classificar a literatura que quantifica os resíduos plásticos utilizados nos cuidados de saúde em termos de escala

*Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Swanson School of Engineering, Universidade de Pittsburgh. **Mascaro Center for Sustainable Innovation, Universidade de Pittsburgh

Palavras-chave: cuidados de saúde; plásticos; dispositivos e produtos médicos

de estudo, âmbito geográfico e ano. Realizamos uma revisão sistemática da literatura seguindo as diretrizes PRISMA, utilizando a base de dados Web of Science. Identificamos 25 estudos envolvendo 17 países em diversas regiões do mundo, extraímos e sintetizamos dados sobre quantidades e composições de resíduos plásticos do setor de saúde nas escalas de procedimento, departamento, hospital e país.

ESTIMATIVA DA QUANTIDADE E DA PROPORÇÃO DOS RESÍDUOS PLÁSTICOS NA ÁREA DA SAÚDE

Vinte e cinco estudos avaliaram os resíduos plásticos na área da saúde em 17 países e em quatro escalas diferentes, resultando em 31 conjuntos de dados distintos. Esses conjuntos de dados incluíram estimativas da produção de resíduos de plástico por massa e a proporção de plásticos na composição global dos resíduos hospitalares (%) (Tabela 1).

Resíduos de plásticos de serviços de saúde (kg)						Proporção de plásticos nos resíduos de serviços de saúde (%)			
Nível	Unidade	n	Mínimo	Máximo	Média	n	Mínimo	Máximo	Média
País	kg/ano	4	1,50 x 10 ⁷	1,70 x 10 ⁹	6,07 x 10 ⁸	2	23	49	49
Hospital	kg/paciente/dia	9	0,11	1,65	0,44	12	9	71	28
Departamento	kg/paciente/dia	3	1,29	5,04	2,63	3	27	65	51
Procedimento	kg/procedimento	8	0,35	16,00	3,31	7	14	100	43

Tabela 1. Síntese da estimativa de resíduos plásticos de serviços de saúde (kg) e composição (%). Nota - kg: quilogramas; n: número da amostra. Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Em relação à produção de resíduos plásticos, as estimativas variaram entre os estudos, sendo os dados em nível de hospital e de departamento frequentemente apresentados como massa total, massa por pessoa por ano ou massa por leito por dia. Em contrapartida, as estimativas baseadas em procedimentos foram expressas como massa por procedimento ou condição tratada. Embora não tenham sido identificadas estimativas globais da geração de resíduos plásticos da área da saúde, quatro estudos forneceram estimativas nacionais agregadas dos resíduos plásticos produzidos por organizações deste setor.

Os EUA produzem anualmente cerca de 1,7 milhões de toneladas métricas (Mt) de resíduos plásticos no setor de saúde, seguidos de 125.000 Mt na Alemanha e 15.000 Mt na Arábia Saudita. Com base nos dados populacionais do Banco Mundial de 2023, esses valores correspondem a 5,1 kg, 1,5 kg e 0,4 kg per capita por ano, respectivamente. Além disso, um estudo do Reino Unido estimou que foram gerados 590.000 Mt de resíduos plásticos específicos a embalagens para o setor de saúde (Martin et al., 2022), o que equivale a 8,6 kg per capita por ano.

Com base em dados de nove estudos, referente à escala hospitalar, é gerada uma média de 0,44 kg de resíduos plásticos de saúde por paciente por dia. Os EUA registraram o valor mais elevado, com 1,65 kg/paciente/dia, enquanto a Índia registrou o valor mais baixo, com 0,11 kg/paciente/dia. Dois hospitais, um na Alemanha e outro no Burundi, registraram cada um aproximadamente 0,5 kg/paciente/dia.

Em relação à escala de procedimento, só havia estudos disponíveis para quatro países - os EUA, a Dinamarca, a Itália e o Reino Unido - abrangendo um total de oito procedimentos (Tabela 1). Nesses procedimentos, a geração média de resíduos plásticos foi de 3,3 kg por procedimento. Um estudo registrou uma média de 16 kg de resíduos de plástico por procedimento cirúrgico na Dinamarca, com base em observações de 46 procedimentos em departamentos de ginecologia, ortopedia, gastroenterologia e urologia (Ramos et al. 2023). Esse valor representa um valor atípico significativo. Excluindo este caso extremo, a média de geração de resíduos plásticos nos outros sete procedimentos restantes foi de 1,5 kg por procedimento, com valores que variaram entre um mínimo de 0,4 kg e um máximo de 3,4 kg.

Vinte e quatro estudos forneceram estimativas da composição dos resíduos, comunicando a proporção de resíduos hospitalares atribuída aos plásticos nos cuidados de saúde em vários contextos (Tabela 1). Apenas dois estudos apresentaram estimativas de composição nacional, mostrando que os plásticos representaram 23% dos resíduos hospitalares no Reino Unido e 49% nos EUA. Do mesmo modo, apenas três estudos apresentaram estimativas de composição no nível de departamentos hospitalares. Em uma unidade de cuidados intensivos australiana, os plásticos representaram 27% do resíduo hospitalar, ao passo que nos EUA, os plásticos usados nos serviços de saúde representaram 60% dos resíduos numa unidade de internamento de um hospital urbano de cuidados quaternários, e 65% num Centro de Trauma Tipo I de uma instalação médica acadêmica urbana de cuidados terciários.

A Figura 1 ilustra a relação entre a massa de resíduos plásticos de saúde no nível hospitalar (medida em kg por paciente por dia) e vários indicadores nacionais: (A) gastos com saúde per capita, (B) Índice de Acesso e Qualidade em Saúde (HAQ), (C) geração de resíduos sólidos urbanos e (D) Índice de Desempenho Ambiental (EPI). As correlações mais fortes são observadas com gastos com saúde ($r = 0,67$) e geração de resíduos sólidos urbanos ($r = 0,66$), indicando que países com maiores gastos com saúde e geração geral de resíduos tendem a produzir mais resíduos plásticos de saúde por paciente. Por outro lado, as correlações são mais fracas com o Índice HAQ ($r = 0,35$) e EPI ($r = 0,43$), sugerindo que melhor acesso à saúde e desempenho ambiental estão menos diretamente ligados a níveis hospitalares de resíduos plásticos. Os EUA aparecem consistentemente como um valor atípico, com a maior geração de resíduos plásticos, enquanto países como Índia e Coreia do Sul relatam valores significativamente mais baixos. Esses achados sugerem que fatores econômicos e de gestão de resíduos podem desempenhar um papel mais forte na determinação da geração de resíduos plásticos de saúde do que a qualidade da saúde ou as políticas ambientais.

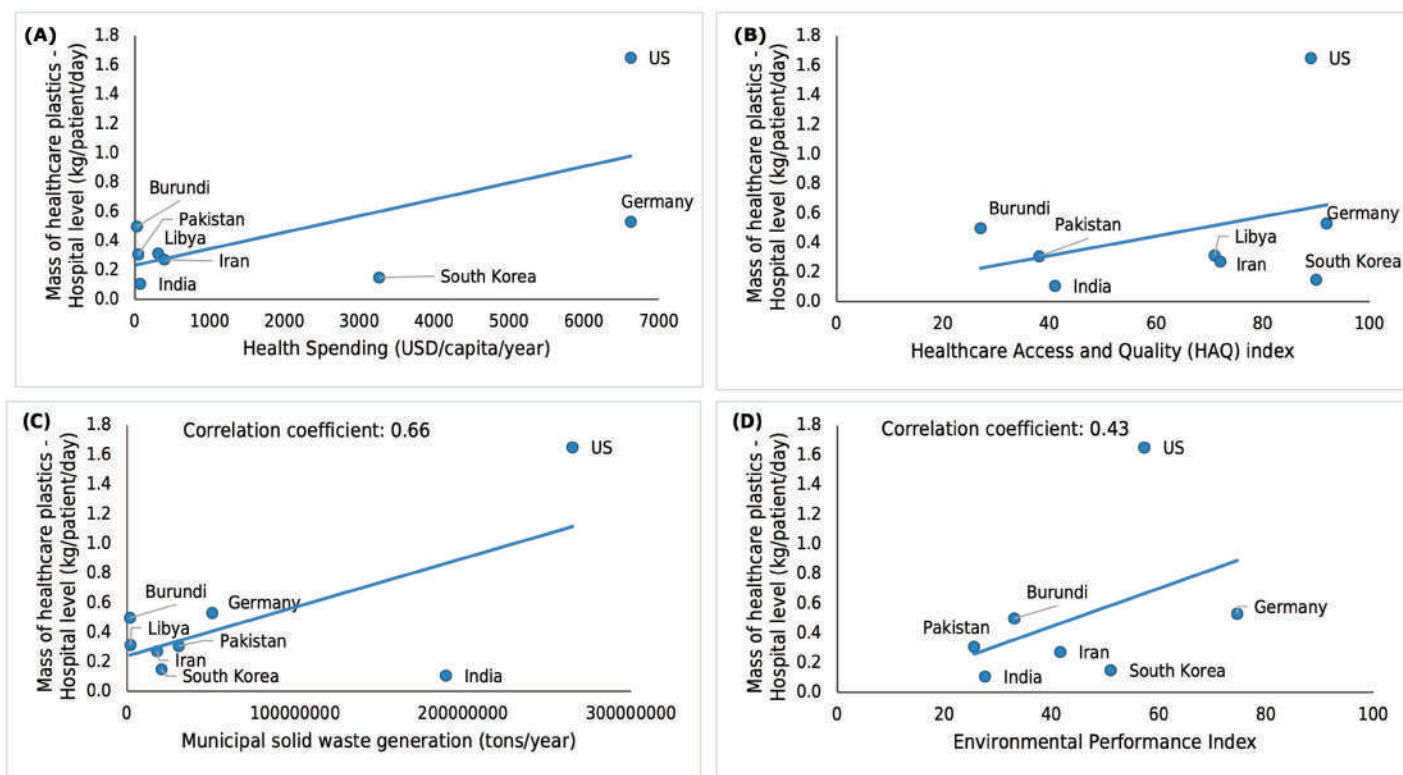


Figura 1. Massa de plásticos para o setor de saúde por país no nível hospitalar e (A) Gastos com saúde (USD/capita/ano). Nota: Dados obtidos do Banco Mundial¹. (B) Índice de Acesso e Qualidade da Saúde (HAQ). Nota: Dados obtidos de GBD 2016 Healthcare Access and Quality Collaborators². (C) Geração de resíduos sólidos urbanos por país (toneladas/ano). Nota: Dados obtidos de Block et al³. (D) Índice de Desempenho Ambiental (EPI). Nota: Dados obtidos de Patrucco, Gavelli and Balbo⁴.

CONCLUSÃO

Este estudo sintetizou a literatura existente sobre resíduos plásticos usados nos serviços de saúde, quantificando a sua geração em diferentes escalas e contextos geográficos. Os resultados evidenciam variações significativas na produção de resíduos de plástico, com estimativas nacionais que variam entre 15.000 toneladas métricas na Arábia Saudita e 1,7 milhões de toneladas métricas nos EUA, além da geração de resíduos em nível hospitalar diferindo muito entre os países. Os dados específicos por procedimento demonstraram uma substancial pegada de plástico das intervenções médicas, com destaque para alguns procedimentos cirúrgicos que geraram até 16 kg de resíduos plásticos. As estimativas da composição dos resíduos também variaram, com os plásticos representando de 23% a 49% do total de resíduos hospitalares nacionalmente e 65% em determinados departamentos hospitalares. Os dados aqui apresentados demonstram a necessidade urgente de melhorar estratégias de gestão de resíduos plásticos em estabelecimentos de saúde. Investigações futuras devem centrar-se no aperfeiçoamento das metodologias para coletar dados, na expansão da cobertura geográfica e na avaliação da eficácia das abordagens da economia circular na redução dos resíduos de plástico no setor de saúde.

1. Disponível em <<https://data.worldbank.org/indicator/SH.XPD.CHEX.PP.CD>>

2. Disponível em <[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)30994-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)30994-2)>

3. Block, S., Emerson, J. W., Esty, D. C., de Sherbinin, A., Wendling, Z. A., et al. (2024). 2024 Environmental Performance Index. New Haven, CT: Yale Center for Environmental Law & Policy. epi.yale.edu

4. Patrucco, F., Gavelli, F., Balbo, P.E. (2023) Environmental Impact of Bronchoscopy: Analysis of Waste Mass and Recyclability of Bronchoscopic Equipment and Consumables. *Respiration* 30 October 2023; 102 (10): 905–911. <https://doi.org/10.1159/000533706>

REFERÊNCIAS

BUUREN A. T.; POOLMAN, T.; BONGERS, M.; BULLENS, L.; VAN HANEGEM, N.; KLERKX, W. et al. Patient preferences for disposable and reusable vaginal specula and their willingness to compromise in the era of climate change: A cross-sectional study. **BJOG-An International Journal of Obstetrics and Gynaecology**. 2023 Dec 10;0:1–6.

GOPINATH, P. et al. Partículas de plástico na medicina: Uma revisão sistemática da exposição e dos efeitos para a saúde humana. **Chemosphere**, v. 303, p. 1-18, set. 2022.

MARTIN, N. et al. Quantificação dos resíduos de plásticos de uso único gerados na prática clínica odontológica e em ambientes hospitalares. **Journal of Dentistry**, v. 118, p. 1-7, mar. 2022.

RAMOS, T.; CHRISTENSEN, T.; OTURAI, N.; SYBERG, K. Reduzindo o plástico na sala cirúrgica: Rumo a uma economia mais circular para produtos e embalagens médicas. **Journal of Cleaner Production**, v. 383, p. 1–10, jan. 2023.



Healthcare plastic waste: A global synthesis of estimates across scales and contexts



Nathalia Silva de
Souza Lima Cano*



Melissa M. Bilec**

Abstract: Healthcare plastics are essential for sterility and affordability but pose significant waste management challenges, exacerbated by the rise in single-use plastics, particularly during the COVID-19 pandemic. This study reviews 25 studies across 17 countries, analyzing healthcare plastic waste at the national, hospital, departmental, and procedural levels. Findings reveal substantial variations, with national estimates ranging from 15,000 to 1.7 million metric tons annually and hospital-level waste averaging 0.44 kg per patient per day. The results highlight the urgent need for improved circular economy solutions to reduce healthcare plastic waste.

Healthcare plastics are integral to modern medical practices due to their versatility, affordability, and compatibility with sterility requirements (1). However, these same properties pose challenges in managing healthcare plastic waste. With the healthcare supply chain being tightly regulated to prioritize patient safety (2), the widespread use of plastics has led to increased plastic waste generation. Since 2010, global concerns over plastic waste management have grown, particularly due to heightened awareness of its impact on marine pollution, driving research into healthcare plastic waste management (2). The COVID-19 pandemic further intensified the use of single-use (or disposable) plastics to mitigate virus transmission, leading to a surge in plastic waste and mismanaged personal protective equipment, underscoring the need for improved waste management strategies (3). This paper aims to classify the literature that quantifies healthcare plastic waste in terms of study scale, geographical scope, and year. We conducted a systematic literature review following the PRISMA guidelines, using the Web of Science database. We identified 25 studies involving 17 countries in different regions of the world, and extracted and synthesized data on

*Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Swanson School of Engineering, Universidade de Pittsburgh. **Mascaro Center for Sustainable Innovation, Universidade de Pittsburgh

Keywords: Healthcare; Plastics; Medical Devices and Products

quantities and compositions of healthcare plastic waste at the scales of procedure, department, hospital and country.

ESTIMATION OF THE QUANTITY AND PROPORTION OF HEALTHCARE PLASTIC WASTE

Twenty-five studies assessed healthcare plastic waste across 17 countries and four different scales, resulting in 31 distinct data sets. These data sets included estimates of plastic waste generation by mass and the proportion of plastics within the overall medical waste composition (%) (Table 1).

		Healthcare Plastics Waste (kg)				Proportion of Plastics in Healthcare Waste (%)			
Level	Unit	n	Min	Max	Avg	n	Min	Max	Avg
Country	kg/year	4	1.50 x 10 ⁷	1.70 x 10 ⁹	6.07 x 10 ⁸	2	23	49	49
Hospital	kg/patient/day	9	0.11	1.65	0.44	12	9	71	28
Department	kg/patient/day	3	1.29	5.04	2.63	3	27	65	51
Procedure	kg/procedure	8	0.35	16.00	3.31	7	14	100	43

Table 1. Synthesis of estimation of healthcare plastic waste (kg) and composition (%).
 Note – kg: kilograms; n: sample number; Min: minimum value; Max: maximum value; Avg: Average. Source: Authors.

For plastic waste generation, estimates varied by study, with hospital- and departmental-level data often reported as total mass, mass per person per year, or mass per bed per day. In contrast, procedure-based estimates were expressed as mass per procedure or treated condition. While no global estimates of healthcare plastic waste generation were identified, four studies provided aggregated national estimates of plastic waste generated by healthcare organizations.

The US produces approximately 1.7 million metric tons (Mt) of healthcare plastic waste annually, followed by 125,000 Mt in Germany and 15,000 Mt in Saudi Arabia. Based on World Bank population data from 2023, these figures correspond to 5.1 kg, 1.5 kg, and 0.4 kg per capita per year, respectively. Additionally, one study from the UK estimated that 590,000 Mt of packaging-specific healthcare plastic waste was generated (2), equating to 8.6 kg per capita per year.

At the hospital scale, an average of 0.44 kg of healthcare plastic waste was generated per patient per day, based on data from nine studies. The US reported the highest value at 1.65 kg/patient/day, while India had the lowest at 0.11 kg/patient/day. Two hospitals, one in Germany and one in Burundi, reported approximately 0.5 kg/patient/day.

At the procedure scale, studies were available for only four countries—

the U.S., Denmark, Italy, and the UK—covering a total of eight procedures (Table 1). Across these procedures, the average plastic waste generation was 3.3 kg per procedure. Ramos et al (4) reported an average of 16 kg of plastic waste per surgical procedure in Denmark, based on observations from 46 procedures across gynecology, orthopedics, gastroenterology, and urology departments. This value represents a significant outlier. When excluding this extreme case, the average plastic waste generation across the remaining seven procedures was 1.5 kg per procedure, with values ranging from a minimum of 0.4 kg to a maximum of 3.4 kg.

Twenty-four studies provided estimates of waste composition, reporting the proportion of medical waste attributed to healthcare plastics across various contexts (Table 1). Only two studies presented country-level composition estimates, with plastics accounting for 23% of medical waste in the UK and 49% in the US. Similarly, only three studies reported composition estimates at the departmental level. In an Australian intensive care unit, plastics comprised 27% of medical waste, whereas in the US, healthcare plastics accounted for 60% of waste in an inpatient unit at an urban quaternary-care hospital, and 65% in a Level I Trauma Center at an urban, tertiary-care academic medical facility.

Figure 1 illustrates the relationship between the mass of healthcare plastic waste at the hospital level (measured in kg per patient per day) and various national indicators: (A) healthcare spending per capita, (B) Healthcare Access and Quality (HAQ) Index, (C) municipal solid waste generation, and (D) Environmental Performance Index (EPI). The strongest correlations are observed with healthcare spending ($r = 0.67$) and municipal solid waste generation ($r = 0.66$), indicating that countries with higher healthcare expenditures and overall waste generation tend to produce more healthcare plastic waste per patient. Conversely, the correlations are weaker with the HAQ Index ($r = 0.35$) and EPI ($r = 0.43$), suggesting that better healthcare access and environmental performance are less directly linked to hospital plastic waste levels. The US consistently appears as an outlier with the highest plastic waste generation, while countries like India and South Korea report significantly lower values. These findings suggest that economic and waste management factors may play a stronger role in determining healthcare plastic waste generation than healthcare quality or environmental policies.

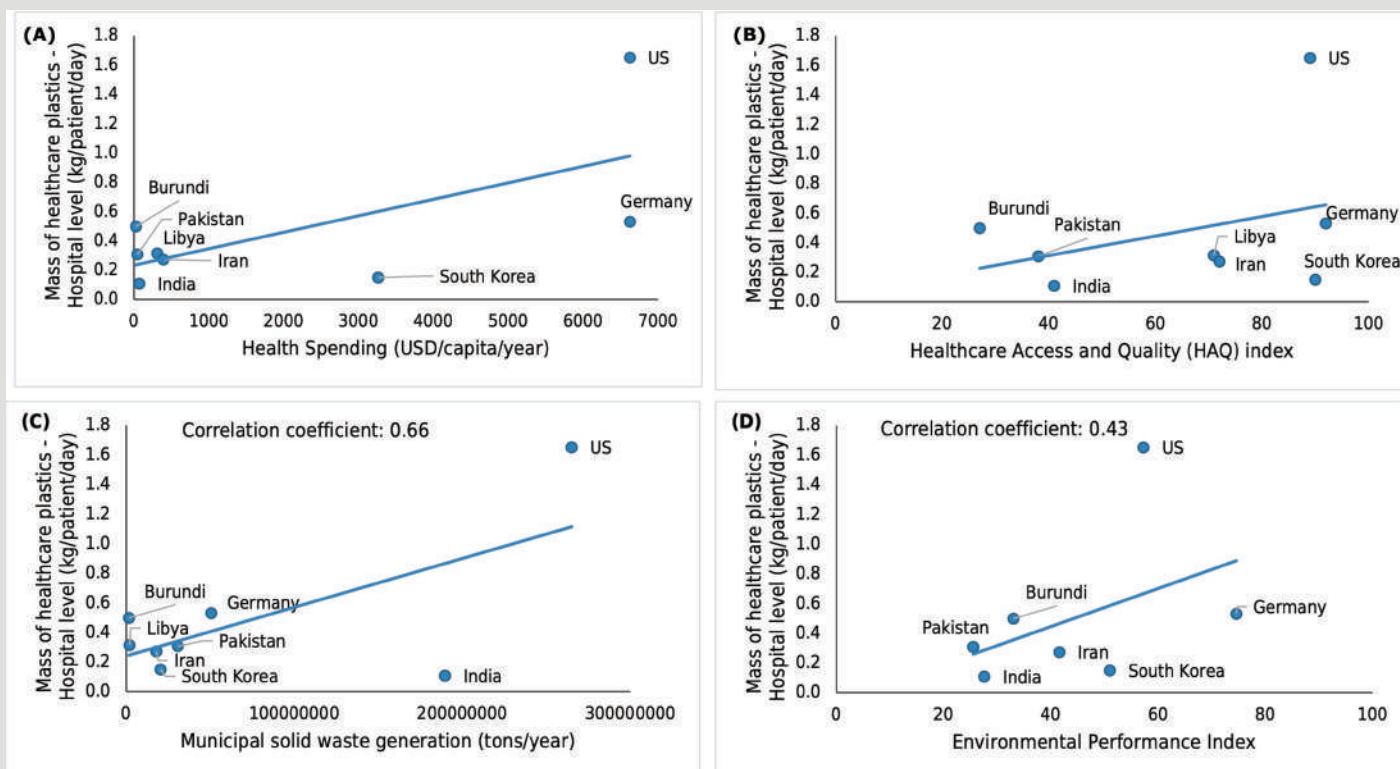


Figure 1. Healthcare plastics mass per country at the hospital level and (A) Healthcare expenditure (USD/capita/year). Note: Data retrieved from World Bank¹. (B) Healthcare Access and Quality (HAQ) index. Note: Data retrieved from the GBD 2016 Healthcare Access and Quality Collaborators². (C) Municipal solid waste generation per country (tons/year). Note: Data retrieved from Block et al.³. (D) Environmental Performance Index (EPI). Note: Data retrieved from Patrucco, Gavelli and Balbo⁴.

CONCLUSION

This study synthesized existing literature on healthcare plastic waste, quantifying its generation across different scales and geographical contexts. The findings highlight significant variations in plastic waste production, with national estimates ranging from 15,000 metric tons in Saudi Arabia to 1.7 million metric tons in the US, and hospital-level waste generation differing widely between countries. Procedure-specific data further demonstrated the substantial plastic footprint of medical interventions, with some surgical procedures generating up to 16 kg of plastic waste. Waste composition estimates also varied, with plastics accounting for 23% to 49% of total medical waste at the national level and reaching as high as 65% in certain hospital departments. These insights underscore the urgent need for improved plastic waste management strategies in healthcare settings. Future research should focus on refining data collection methodologies, expanding geographical coverage, and evaluating the effectiveness of circular economy approaches in reducing healthcare plastic waste.

1. Available at <<https://data.worldbank.org/indicator/SH.XPD.CHEX.PP.CD>>

2. Available at <[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)30994-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)30994-2)>

3. Block, S., Emerson, J. W., Esty, D. C., de Sherbinin, A., Wendling, Z. A., et al. (2024). 2024 Environmental Performance Index. New Haven, CT: Yale Center for Environmental Law & Policy. epi.yale.edu

4. Patrucco, F., Gavelli, F., Balbo, P.E. (2023) Environmental Impact of Bronchoscopy: Analysis of Waste Mass and Recyclability of Bronchoscopic Equipment and Consumables. *Respiration* 30 October 2023; 102 (10): 905–911. <https://doi.org/10.1159/000533706>

REFERENCES

1. Buuren A T, Poolman T, Bongers M, Bullens L, Van Hanegem N, Klerkx W, et al. Patient preferences for disposable and reusable vaginal specula and their willingness to compromise in the era of climate change: A cross-sectional study. **BJOG-An International Journal of Obstetrics and Gynaecology**. 2023 Dec 10;0:1–6.
2. Martin N, Mulligan S, Fuzesi P, Hatton P. Quantification of single use plastics waste generated in clinical dental practice and hospital settings. **Journal of Dentistry**. 2022 Mar;118:1–7.
3. Gopinath P, Parvathi V, Yoghalakshmi N, Kumar S, Athulya P, Mukherjee A, et al. Plastic particles in medicine: A systematic review of exposure and effects to human health. **Chemosphere**. 2022 Sep;303:1–18.
4. Ramos T, Christensen T, Oturai N, Syberg K. Reducing plastic in the operating theatre: Towards a more circular economy for medical products and packaging. **Journal of Cleaner Production**. 2023 Jan 10;383:1–10.





ENG
AJA
MEN
TO

A culpa recai no consumidor, mas quem controla a produção do plástico?



Iran Magno*



Jemilli Viaggi**



João Malavolta***



Julia Catão****



Paula Johns*****

*Oceana; **Cátedra Unesco para Sustentabilidade do Oceano e Rede Oceano Limpo; ***Instituto Ecosurf; ****Instituto de Defesa dos Consumidores (IDEC); *****ACT-Promoção da Saúde.

Palavras-chave: poluição plástica; microplástico; "pare o tsunami de plástico"

Resumo: A campanha "Pare o Tsunami de Plástico" apoia o PL 2524/2022 que propõe a regulação da produção de plástico no Brasil. Evidências científicas indicam a onipresença do plástico no ambiente e sua incorporação no organismo humano, com potenciais riscos à saúde. Diante da crescente produção global e do impacto socioambiental, a campanha enfatiza a importância da mobilização da sociedade e a necessidade da liderança do poder público em estabelecer uma legislação consistente em mitigar a poluição plástica e promover alternativas sustentáveis.

E se ainda hoje fôssemos capazes de enfrentar a grave crise da poluição plástica e construir um país mais limpo, com um futuro saudável para a nossa e as próximas gerações? Esse é o compromisso da campanha "Pare o Tsunami de Plástico", fruto do esforço coletivo de mais de 80 organizações da sociedade civil. A iniciativa busca engajar o Brasil no apoio ao Projeto de Lei (PL) 2524/2022, que propõe medidas para a implantação de uma Economia Circular do Plástico¹. Mais de 84 mil cidadãs e cidadãos já assinaram o abaixo-assinado em defesa do PL, que tramita na Comissão de Assuntos Econômicos (CAE) no Senado Federal.

Esse coletivo reúne organizações de todo o país, com atuações diversas - da proteção oceânica à saúde pública, de movimentos de pesca artesanal a catadores de materiais recicláveis, de ONGs ambientalistas a associações de escoteiros, de organizações urbanas a grupos de surfistas. Essa diversidade reflete o que a poluição plástica se tornou: um problema sem fronteiras. Nos anos 1970, os primeiros estudos a identificaram como uma perturbação no ambiente marinho. Hoje, cinco décadas depois, a ciência confirma seu caráter onipresente, até mesmo em locais antes inimagináveis.

1. Convidamos quem nos lê a conhecer mais da campanha em seu site oficial: www.pareotsunami-plastico.org

Um alerta preocupante, feito a partir de investigações científicas da presença do plástico em nosso organismo, aponta: nós, humanos, já estamos inundados de partículas de plástico. Diversos estudos recentes têm constatado a presença do material em órgãos vitais, como coração, pulmão, fígado e placenta, entre outros. Em 2024, uma pesquisa liderada por cientistas brasileiros revelou um dado estarrecedor: nem mesmo o cérebro - o órgão mais protegido do nosso corpo - está imune à presença de microplásticos (Amato-Lourenço et al., 2024). Portanto, a poluição plástica deixou de ser um problema ambiental e se tornou também uma questão de saúde pública.

É urgente que alguma forma de solução efetiva seja tomada para reverter esse quadro. Há décadas, a responsabilidade por essa poluição foi colocada sobre o consumidor. Por isso, há um imaginário já bem concretizado de que a solução para esse problema depende de todo cidadão separar corretamente o seu próprio lixo – que, assim, seria encaminhado para a reciclagem. Seria muito bom se fosse verdade, mas infelizmente a realidade está bem distante disso. Entre 1950 e 2017, apenas 9% de todo o plástico produzido globalmente foi reciclado. Enquanto isso, a produção segue em ritmo acelerado, com a projeção de triplicar até 2050.

Desde os anos 2000, a produção global de plásticos de uso único dobrou. Esses produtos são projetados para uso rápido e descarte imediato, tendo uma vida útil muito curta e pouca ou nenhuma viabilidade para reutilização ou reciclagem. No Brasil, atualmente, produzimos 500 bilhões de itens de plástico de uso único todos os anos – entre sacolas, copos, talheres e embalagens em geral (Iwanick; Zamboni, 2020). Como resultado, nosso país é hoje o oitavo maior poluidor global de plásticos e polui nossos oceanos anualmente com cerca de 1,3 milhão de toneladas de resíduos plásticos (Magno, 2024), o que representa 8% do volume global de plásticos que chega aos mares de todo o mundo.

Nos tornamos uma sociedade imersa em plástico. Bebemos água em garrafas de plástico, com tampas de plástico e canudos de plástico. Carregamos compras já embaladas em plástico dentro de outras sacolas plásticas. Nossos produtos de higiene e limpeza também vêm acondicionados em plástico e mesmo os palitos de dentes de madeira hoje são, muitas vezes, embalados um a um em saquinhos de plástico.

Por trás disso estão as escolhas de um modelo de produção que privilegia o plástico: ainda são feitos volumosos investimentos em itens de uso rápido e descarte imediato, muitos nem sequer recicláveis. O PL 2524/2022, defendido pela campanha “Pare o Tsunami de Plástico”, reforça que precisamos e podemos fazer escolhas mais inteligentes na produção de itens de plástico, assegurando que tudo que for produzido no país seja de fato reciclável, apto ao reuso ou ainda comprovadamente compostável. O primeiro passo proposto por essa iniciativa é “fechar a torneira” de produção desses descartáveis problemáticos, e o estabelecimento de um prazo de adequação para descontinuar a produção.

Esse tipo de regulação já é uma realidade em diversos países - bastante distintos tanto do ponto de vista social como econômico - como Chile, Canadá, Gana, Nigéria e os estados-membros da União Europeia, para citar apenas alguns. O texto do PL ainda propõe a inclusão de catadoras e catadores de materiais recicláveis no Programa de Pagamentos por Serviços Ambientais, em reconhecimento ao serviço ambiental que prestam à sociedade, já que a reciclagem é parte importante da solução e uma atividade econômica relevante em nosso país - mas, sozinha, não vai virar o jogo dessa crescente poluição.

Além da produção de plástico em si, temos que lembrar, como parte da equação, dos grandes usuários de plástico - e, conseqüentemente, grandes poluidores. O movimento Break Free From Plastic, que audita as corporações mais poluentes a partir do lixo encontrado no mar, segue revelando as mesmas empresas internacionais no topo do ranking. A Coca-Cola, que no último ranking divulgado para o ano de 2023, liderava essa auditoria pelo sexto ano consecutivo, acabou de abandonar suas metas de sustentabilidade e seus compromissos globais de redução do uso de plástico e ampliação do reuso (Oceana, 2024).

A poluição ainda é um problema que agrava a vulnerabilidade de algumas populações. O relatório Neglected - Environmental Justice Impacts of Marine Litter and Plastic Pollution, publicado em 2021 pela Organização das Nações Unidas (ONU), analisou uma série de estudos de caso pelo mundo apontando alguns desses graves problemas, incluindo desmatamento e remoção forçada de comunidades para a extração de petróleo, contaminação da água potável por fluidos de fracking, problemas de saúde em comunidades próximas a refinarias, e perigos ocupacionais para catadores de materiais recicláveis. O relatório enfatiza a importância de dar visibilidade às pessoas afetadas e incluí-las nos processos de decisão para encontrar soluções para a poluição plástica.

Mas se não faltam evidências científicas para atestar a gravidade do problema, considerado também pela ONU como a segunda maior ameaça ambiental ao planeta, e se já temos informação suficiente para fazermos escolhas mais inteligentes, o que ainda falta para resolver o problema?

As medidas que hoje existem no Brasil para lidar com a poluição plástica ainda tocam o problema de forma tangencial e distante, sempre focadas em seus sintomas, com a gestão do resíduo como elemento central, e não miram na raiz do problema: o modelo de produção. É exatamente aí que a atuação do Poder Público tem deixado a desejar.

Não é surpreendente que a indústria do plástico siga se isentando de sua responsabilidade, terceirizando a solução ao consumidor e à reciclagem - mas a falta de atenção do Poder Público requer nossa atenção. Dependente do petróleo, essa indústria age de maneira bastante similar acerca da emergência climática, resistindo em mudar a forma como produz, e até mesmo em debater soluções, mantendo um modelo que produz mais e mais plástico, que rapidamente vira lixo e causa imensos problemas socioambientais. Diante dessa falta de qualquer compromisso confiável desse setor com os pilares da sustentabilidade, cabe ao Poder Público cumprir o seu papel e garantir o bem-estar coletivo e a saúde pública.

Em pouco mais de cinquenta anos, desde que os descartáveis se tornaram uma constante em nossas vidas, nos tornamos um planeta inundado de plástico. Cabe às presentes gerações utilizarem todo seu potencial criativo, sua atuação cidadã e responsabilidade não apenas para separar seu lixo, mas também para se posicionar e chamar o Poder Público à sua obrigação de liderar o país rumo a um futuro em que essa poluição não seja mais uma catástrofe instaurada e onipresente. É esse convite que a campanha "Pare o Tsunami de Plástico" faz a toda a sociedade: exigir que o Brasil adote regulações mais rigorosas e eficazes para conter essa crise. O futuro depende das escolhas que fazemos hoje - e a mudança começa agora.

REFERÊNCIAS

AMATO-LOURENÇO, L. F.; DANTAS, K. C.; JÚNIOR, G. R.; et al. Microplastics in the olfactory bulb of the human brain. **JAMA Network Open**, 7, (9), p. e2440018, 2024. 10.1001/jamanetworkopen.2024.40018.

OCEANA. Coca-Cola abandona metas de redução e reutilização de plástico descartável, 2024. Disponível em: <<https://brasil.oceana.org/blog/coca-cola-abandona-metas-de-reducao-e-reutilizacao-de-plastico-descartavel>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

IWANICKI, L.; ZAMBONI, A. **Um oceano livre de plástico** [livro eletrônico]: desafios para reduzir a poluição marinha no Brasil. 1. ed. Brasília, DF: Oceana Brasil, 2020.

MAGNO, I. (org.). **Fragmentos da destruição: impactos do plástico na biodiversidade marinha brasileira**. 1. ed. Brasília, DF: Oceana Brasil, 2024.



The blame falls on the consumer, but who controls plastic production?



Iran Magno*



Jemilli Viaggi**



João Malavolta***



Julia Catão****



Paula Johns*****

*Oceana; **Unesco Chair for Ocean Sustainability and Rede Oceano Limpo; ***Instituto Ecosurf; ****Instituto de Defesa dos Consumidores (IDEC); *****ACT-Promoção da Saúde.

Keywords: Plastic Pollution; Microplastic; "Stop the Plastic Tsunami".

Resumo: The "Stop the Plastic Tsunami" campaign supports Bill 2524/2022, which proposes regulations on plastic production in Brazil. Scientific evidence indicates that plastic is omnipresent in the environment and is being incorporated into the human body, with potential health risks. Given the growing global production and socioenvironmental impact of plastics, the campaign emphasizes the importance of mobilizing society and the need for leadership among public authorities in establishing consistent legislation to mitigate plastic pollution and promote sustainable alternatives.

What if we were able, today, to tackle the serious crisis of plastic pollution and build a cleaner country, with a healthy future for our own and upcoming generations? This is the commitment pledged by the "Stop the Plastic Tsunami" campaign, a collective effort of over 80 civil society organizations. The initiative seeks to engage Brazil in supporting Bill 2524/2022, which proposes measures for the implementation of a Circular Economy for Plastics¹. Over 84 thousand citizens have already signed the petition in defense of the Bill that is now being processed by the Brazilian Senate's Economic Affairs Committee.

This collective brings together organizations from all over the country, with diverse backgrounds – from ocean protection to public health, from artisanal fishing movements to recyclable waste pickers, from environmental NGOs to scout associations, from urban organizations to surfing groups. This diversity reflects what plastic pollution has become: a problem without borders. In the 1970s, the first studies identified it as a disturbance in the marine environment. Today, five decades later, science confirms its ubiquitous nature, even in places that were previously unimaginable.

1. We invite our readers to learn more about the campaign on its official website: www.pareotsu-namideplastico.org

A warning of concern, based on scientific investigations into the presence of plastic in our bodies, is that we, humans, are already flooded by plastic particles. Several recent studies have confirmed the presence of this material in vital organs, such as the heart, lungs, liver, and placenta, among others. In 2024, a study led by Brazilian scientists revealed a shocking fact: not even the brain – the most protected organ in our body – is immune to the presence of microplastics (Amato-Lourenço et al., 2024). Therefore, plastic pollution is no longer solely an environmental problem, it has also become a public health issue.

It is urgent that some form of effective solution be taken to reverse this situation. For decades, that responsibility for this pollution was placed on the consumer. Thus, there is a well-established shared idea that the solution to the problem relies on every citizen correctly sorting their own waste, which would then go on to be recycled. It would be great if this were true, but unfortunately this is far from reality. Between 1950 and 2017, only 9% of all plastic produced globally was recycled. In turn, production continues at an accelerated pace and is projected to triple by 2050.

Since the 2000s, the global production of single-use plastics has doubled. These products are designed for quick use and immediate disposal, with a very short working life and little to no viability for reuse or recycling. Brazil currently produces 500 billion single-use plastic items every year – including bags, cups, cutlery, and packaging in general (Iwanick; Zamboni, 2020). As a result, our country is the eight largest global plastics polluter, impacting our oceans annually with nearly 1.3 million tons of plastic waste (Magno, 2024), which represents 8% of the global volume of plastics that reaches the sea worldwide.

We have become a society immersed in plastic. We drink from plastic bottles, with plastic caps, and plastic straws. We carry the plastic-wrapped things we buy inside other plastic bags. Our hygiene and cleaning products are also packaged in plastic and even wooden toothpicks are now often individually packaged in plastic.

Behind this are the choices made within a production model that favors plastic: large investments are still made on items that are quickly used and immediately discarded, many of which are not even recyclable. Bill 2524/2022, supported by the “Stop the Plastic Tsunami” campaign, reinforces that we need and can make smarter choices in the production of plastic items, ensuring that everything produced in the country is in fact recyclable, suitable for reuse or demonstrably compostable. The first step proposed by this initiative is to “turn off the tap” on the production of these problematic disposable items and establish a deadline for the industry to adapt for discontinuing production.

This type of regulation is already a reality in several countries – which are quite different in terms of social and economic standpoints – such as Chile, Canada, Gana, Nigeria, and member states of the European Union, to name just a few. The text of the Bill also proposed the inclusion of recyclable waste pickers in a Payment for Environmental

Services Program, in recognition of the environmental service they provide to society. This underscores recycling as an important part of the solution and a relevant economic activity in our country – but, on its own, cannot turn the tide on this growing pollution.

In addition to plastic production itself, it is important to remember that part of this equation is represented by the major users of plastics – and, consequently, major polluters. The Break Free from Plastic movement, which audits the most polluting corporations based on waste found in the ocean, continues to reveal the same international companies at the top of the ranking. Coca-Cola, which in the last ranking, released for the year 2023, led this audit for the sixth consecutive year, has recently abandoned its sustainability goals and global commitments to reduce plastic use and increase reuse (Oceana, 2024).

Pollution is also a problem that worsens the vulnerability of some populations. The report *Neglected – Environmental Justice Impacts of Marine Litter and Plastic Pollution*, published in 2021 by the United Nations (UN), analyzed a series of case studies worldwide highlighting some of these serious problems. This included deforestation, forced removal of communities for oil extraction, contamination of drinking water by fracking fluids, health issues in communities near refineries, and occupational hazards among recyclable waste pickers. The report emphasizes the importance of giving visibility to the people affected and including them in decision-making processes to find solutions to plastic pollution.

But if there is no lack of scientific evidence to attest to the seriousness of the problem, also considered by the UN as the second greatest environmental threat to the planet, and if we already have enough information to make smarter choices, what is still needed to solve the problem?

The measures currently in place in Brazil to deal with plastic pollution still address the problem in a tangential and distant way, always focused on its symptoms, placing waste management as the central element, and not targeting the root of the matter: the production model. And this is exactly where the action of the government is lacking.

It is not surprising that the plastics industry continues to shy away from their responsibility, outsourcing the solution to the consumer and recycling – but the lack of attention from the government demands our attention. As it is oil-reliant, this industry acts in a very similar way regarding the climate emergency, resisting changing their forms of production and even discussing solutions, maintaining a model that produces more and more plastic that quickly becomes waste and causes immense socioenvironmental problems. Given this lack of any reliable commitment from this sector to the pillars of sustainability, it is up to the government to fulfill its role and guarantee collective well-being and public health.

In just over fifty years, since disposable items became a constant presence in our lives, the planet has been flooded with plastic. It is up to current generations to use all their creative potential, their civic actions, and responsibility not only in sorting their waste, but also to take a stand and call on the government to fulfill its obligation to lead the country towards a future in which this pollution is no longer an established and omnipresent catastrophe. This is the invitation that the “Stop the Plastic Tsunami” campaign extends to all of society: to demand that Brazil adopt stricter and more effective regulations to contain this crisis. The future depends on the choices we make today – and change starts now.

REFERENCES

AMATO-LOURENÇO, L. F.; DANTAS, K. C.; JÚNIOR, G. R.; et al. Microplastics in the olfactory bulb of the human brain. **JAMA Network Open**, 7, (9), p. e2440018, 2024. 10.1001/jamanetworkopen.2024.40018.

OCEANA. Coca-Cola abandona metas de redução e reutilização de plástico descartável, 2024. Disponível em: <<https://brasil.oceana.org/blog/coca-cola-abandona-metas-de-reducao-e-reutilizacao-de-plastico-descartavel>>. Acesso em: 26 fev. 2025.

IWANICKI, L.; ZAMBONI, A. **Um oceano livre de plástico** [livro eletrônico]: desafios para reduzir a poluição marinha no Brasil. 1. ed. Brasília, DF: Oceana Brasil, 2020.

MAGNO, I. (org.). **Fragmentos da destruição: impactos do plástico na biodiversidade marinha brasileira**. 1. ed. Brasília, DF: Oceana Brasil, 2024.



Da informação à ação: lições do projeto Lixo Zero Santa Tereza em Belo Horizonte, MG



Juliana Gonçalves*



Marcelo Alves de
Souza**

Resumo: Este artigo discute como a governança ampliada e o engajamento comunitário podem transformar a gestão de resíduos sólidos. Com base na experiência do Projeto Lixo Zero Santa Tereza, em Belo Horizonte, o estudo analisa a importância de integrar os beneficiários na co-construção das soluções territoriais, superando os modelos tradicionais de governança baseados na lógica industrial e na mera prestação de serviços públicos. A partir de dispositivos de escuta, espaços de debate e mecanismos de acompanhamento, o projeto evidencia caminhos para uma participação efetiva e sustentável dos atores envolvidos, contribuindo para uma transformação ambiental “da informação à ação.”

A crise socioambiental global e os desafios decorrentes da gestão dos resíduos sólidos nas cidades exigem modelos de governança que vão além dos paradigmas tradicionais. No modelo industrial, a participação cidadã se resume à conformidade com normas e à prestação de serviços sob uma lógica meramente funcional. Em contrapartida, a proposta de governança ampliada visa integrar os cidadãos como beneficiários e co-produtores na construção das soluções territoriais, promovendo uma “cooperação transversal” que possibilita tanto a co-produção dos serviços quanto o compartilhamento do valor gerado (Souza, 2021).

Essa co-produção se concretiza por meio do engajamento das pessoas na resolução de seus problemas cotidianos, atuando coletivamente na construção compartilhada das soluções. Os serviços não são apenas implementados para os cidadãos, mas desenvolvidos em parceria com eles e continuamente ajustados para atender às suas necessidades que mudam ao longo do tempo. Esse modelo dinâmico gera soluções mais adequadas e inovadoras, contrastando com os modelos padronizados e imutáveis que, há décadas, não conseguem resolver os desafios atuais da gestão de resíduos urbanos.

*Pesquisadora associada Núcleo Alternativas de Produção UFMG; **Professor Adjunto do Departamento Engenharia de Produção da UFMG.

Palavras-chave: governança ampliada; engajamento comunitário; co-produção; gestão de resíduos; lixo zero

A proposta Lixo Zero é uma abordagem que a partir de um conjunto de iniciativas como a reciclagem, compostagem e reutilização, busca repensar como lidamos com os resíduos, promovendo a redução máxima da geração de lixo e o aproveitamento dos materiais descartados. Nessa perspectiva, os resíduos passam a ser tratados como recursos. A integração da reciclagem popular, realizada pelos catadores, com a agroecologia, que atua diretamente com resíduos orgânicos e promove novas formas de bem viver, mostra-se essencial para o sucesso dessa proposta (Souza, 2021). Juntas, essas práticas dão conta da maior parcela dos resíduos gerados, fortalecendo economias locais, promovendo justiça social e ambiental, e apontando caminhos para a convivência nas cidades.

Dentro desse contexto Lixo Zero, é fundamental considerar o papel do descarte dos plásticos, sobretudo nas grandes cidades, cuja reciclagem ainda enfrenta grandes desafios. A complexidade dos materiais, a baixa reciclabilidade de muitos tipos de plásticos e a desinformação sobre seu descarte dificultam a reintegração desses resíduos à cadeia produtiva. No entanto, quando os cidadãos se envolvem diretamente com a gestão dos seus resíduos, ampliam sua compreensão sobre os impactos do consumo e passam a adotar práticas mais conscientes como a redução do uso de plásticos de uso único, a substituição por materiais reutilizáveis e a separação adequada dos recicláveis. Essa transformação nos hábitos, impulsionada pelo engajamento comunitário, é um passo essencial para reduzir a geração de resíduos plásticos e fortalecer os princípios do Lixo Zero.

O Projeto Lixo Zero em Santa Tereza (Belo Horizonte, MG) é desenvolvido pela Cooperativa de Catadores Coopesol Leste, que atua na gestão dos resíduos secos recicláveis, em cooperação com o Coletivo Roots Ativa, responsável pelo manejo dos resíduos orgânicos com os serviços de compostagem e pela gestão da horta agroecológica. Os beneficiários, moradores do bairro Santa Tereza e adjacências, atuam na cooperação como co-produtores e financiadores do projeto, fortalecendo a ideia de que a co-produção acontece através do engajamento das pessoas na resolução de seus problemas cotidianos, no âmbito do coletivo e da construção compartilhada das soluções. Ademais, o ecossistema promove o aprendizado e a educação ambiental, na prática, favorecendo o engajamento comunitário ao orientar e discutir com os cidadãos a valorização e os benefícios das práticas lixo zero no consumo e descartes dos resíduos em seu dia a dia.

DISCUSSÃO

CO-PRODUÇÃO EM AÇÃO: DIÁLOGOS E DESAFIOS DO ENGAJAMENTO COMUNITÁRIO

O bairro Santa Tereza, em Belo Horizonte, é conhecido por sua forte identidade cultural e senso de comunidade. No entanto, apesar de seu protagonismo em diversas iniciativas, enfrenta uma realidade marcada pela ausência de políticas efetivas de promoção de gestão de resíduos para a reciclagem. Não há coleta seletiva institucionalizada e os moradores, por muito tempo, ficaram à margem de qualquer tipo de orientação ou estrutura voltada à separação e destinação adequada de seus resíduos. Nesse cenário, o Projeto Lixo Zero Santa Tereza surge como uma resposta concreta, ainda que localizada, diante da urgência socioambiental do território. Em cinco anos de atuação, o Projeto Lixo Zero recuperou mais de 250 toneladas de resíduos secos e orgânicos que, de outra forma, seriam encaminhados diretamente para o aterro municipal. Desses, aproximadamente 24% correspondem a resíduos plásticos recuperados. Além disso, o projeto mantém uma taxa de rejeitos extremamente baixa: apenas 2,6% do total do fluxo de recicláveis e menos de 1% do total global de materiais recuperados.

A proposta de governança ampliada adotada pelo projeto parte do pressuposto de que a transformação efetiva dos desafios territoriais depende da integração ativa e plena dos beneficiários. Essa integração vai além da simples separação normativa dos resíduos ou de uma participação limitada em instâncias de controle social – estruturas que, em Belo Horizonte e em muitos outros municípios, são praticamente inexistentes na política de gerenciamento de resíduos. Em vez disso, os beneficiários são convidados e provocados a compartilhar suas expectativas, modos de vida e as condições de acessibilidade ao serviço, contribuindo para a co-construção da solução territorial.

Um dos desdobramentos mais relevantes desse modelo é o despertar de uma consciência crítica sobre o problema do plástico, material onipresente no consumo cotidiano e de baixa reciclabilidade. Muitos beneficiários desconheciam os desafios associados à reciclagem desse tipo de resíduo, e, a partir do envolvimento com o projeto, passaram a discutir ativamente as suas formas de consumo. Isso inclui desde a redução do uso de plásticos descartáveis no cotidiano até a pressão direta sobre os produtores locais para utilizarem menos plástico nas embalagens dos produtos comercializados. Um exemplo importante foi a realização de uma roda de conversa entre moradores e produtores agroecológicos parceiros do projeto, visando debater os desafios das embalagens para alimentos perecíveis, como hortaliças, ovos e frutas que demandam cuidados especiais. A discussão revelou tanto o desejo dos consumidores por alternativas com menos impacto quanto às dificuldades enfrentadas pelos produtores em oferecer soluções viáveis. Trata-se de um debate ainda em aberto, que se revelou um dos principais gargalos enfrentados pelos produtores envolvidos na proposta Lixo Zero, mas que demonstra o poder de transformação gerado pelo engajamento direto da comunidade.

Para sustentar essa forma de gestão colaborativa, o projeto desenvolveu três dispositivos fundamentais, que estruturam e fortalecem a governança ampliada (Souza, 2001):

- 1. Sensibilização e Difusão de Linguagem Comum:** dispositivos de escuta e de retorno de experiência promovem a difusão de um vocabulário e de uma visão compartilhada entre todos os atores. Essa sensibilização garante que os beneficiários, operadores e demais parceiros “falem a mesma língua”, facilitando a cooperação e a compreensão mútua das limitações e potencialidades do território.
- 2. Espaços de Debate e Construção de Referências Comuns:** a criação de espaços de debate – semelhantes ao que se chama “espaço público agônico”, ou seja, ambientes onde a diversidade de opiniões e o confronto construtivo são valorizados – permite que experiências individuais sejam discutidas e integradas em quadros de referência coletivos, possibilitando a reflexão sobre desafios e estratégias para superar limitações, promovendo o aprendizado contínuo e a adaptação do modelo às realidades locais.
- 3. Mecanismos de Acompanhamento e Integração de Novos Atores:** dispositivos que monitoram o desempenho global do ecossistema e a contribuição individual de cada ator são essenciais para a perenidade do projeto. A distribuição equitativa do valor monetário gerado, baseada no cumprimento dos compromissos dos atores, reforça a sustentabilidade da iniciativa e garante que todos os envolvidos possam manter sua participação a longo prazo.

Esses dispositivos demonstram que a governança ampliada não se limita a um instrumento de controle, mas se configura como um processo dinâmico de transformação socioambiental. Ao integrar os beneficiários como co-produtores da solução, o projeto Lixo Zero Santa Tereza supera os limites do modelo neoliberal de gestão pública, que reduz a participação democrática a um exercício formal de representatividade. Em vez disso, constrói-se uma governança enraizada no território, baseada na escuta, na corresponsabilidade e no trabalho coletivo - capaz de gerar respostas mais eficazes, justas e sustentáveis para os desafios ambientais contemporâneos, como a urgente reavaliação do uso e descarte de embalagens de produtos feitas de plástico.

CONCLUSÃO

RUMO AO LIXO ZERO: LIÇÕES E PERSPECTIVAS PARA A AÇÃO COLETIVA

A experiência do Projeto Lixo Zero Santa Tereza demonstra que a adoção de um modelo de governança ampliada, aliado a um engajamento comunitário efetivo, pode transformar a gestão de resíduos sólidos. Ao envolver os beneficiários na co-construção da solução, o projeto rompe com a lógica tradicional e instrumental dos serviços públicos, promovendo a emergência de um ecossistema cooperativo (Du Tertre, 2001). A criação de dispositivos de escuta, debate e acompanhamento não só permite que os atores compartilhem esforços e desenvolvam recursos imateriais essenciais – como confiança e senso de pertencimento –, mas também fomenta o aprendizado contínuo e a adaptação das soluções às necessidades locais (Souza, 2021; Du Tertre, 2001).

Contudo, a prática revela desafios significativos. Um dos principais está relacionado à logística de participação: a proposta do projeto pressupõe que os beneficiários levem seus resíduos já separados até os Núcleos Lixo Zero, onde estão realizados o recebimento, a triagem e o encaminhamento adequado dos materiais. Não há, portanto, coleta nas residências. Essa ausência de um serviço mais acessível limita a abrangência do projeto, pois nem todos os moradores conseguem ou estão dispostos a se deslocar até os Núcleos, especialmente aqueles com dificuldades de locomoção, com rotinas intensas ou sem meios adequados de transporte. Além disso, o projeto enfrenta dificuldades recorrentes no financiamento da assessoria técnica, nos custos operacionais contínuos e na rotatividade dos beneficiários, o que exige constante recomposição de vínculos e estratégias de mobilização. Outro desafio recorrente é o questionamento, por parte de alguns moradores, sobre a cobrança pelo serviço, porque a responsabilidade pela coleta e gestão de resíduos deveria ser exclusivamente do poder público.

Por outro lado, os aspectos positivos se destacam no forte engajamento dos cidadãos, que se tornam protagonistas na resolução de seus problemas cotidianos e na construção compartilhada das soluções. Essa participação ativa possibilita que os beneficiários compreendam termos técnicos e contribuam com suas experiências práticas para aprimorar as políticas públicas. O diálogo entre os beneficiários, operadores e parceiros vai além da simples distribuição de panfletos ou reuniões burocráticas: é um processo formativo e transformador. As lições extraídas dessa experiência servem como inspiração para a implementação de modelos semelhantes em outros contextos, evidenciando que a integração entre informação e ação comunitária pode enfrentar desafios ambientais complexos – especialmente os relacionados aos resíduos plásticos – por meio de uma governança ampliada, colaborativa e territorializada.

REFERÊNCIAS

SOUZA, M. A. Lixo zero? Uma pesquisa-ação na co-construção de uma solução territorial para os resíduos sólidos urbanos. Tese de doutoramento. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/41005> .

DU TERTRE, C. L'économie immatérielle et “ les formes de pensée ” dans le travail. In: HUBAULT, F. (Ed.). Comprendre que travailler c'est penser, un enjeu industriel de l'intervention ergonomique. Toulouse: Octarès éditions, 2001. p. 41-52.



From information to action: lessons from the Santa Tereza Zero Waste project in Belo Horizonte, MG



Juliana Gonçalves*



Marcelo Alves de Souza**

Resumo: The present article discusses how expanded governance and community engagement can transform solid waste management. Based on experiences of the Santa Tereza Zero Waste Project, in Belo Horizonte, the study analyzes the importance of involving beneficiaries in the co-construction of territorial solutions, overcoming traditional governance models based on an industrial logic and the mere provision of public services. By using listening devices, spaces for debate, and monitoring mechanisms, the project highlights paths for effective and sustainable participation of the stakeholders involved, contributing to an environmental transformation “from information to action”.

The global socioenvironmental crisis and the challenges arising from solid waste management in cities require governance models that go beyond traditional paradigms. In the industrial model, citizen participation is limited to compliance with standards and the provision of services under a merely functional logic. In contrast, the proposal for expanded governance aims to integrate citizens as beneficiaries and co-producers in the construction of territorial solutions, promoting “cross-cutting cooperation” that enables both co-production of services and sharing of the value generated (Souza, 2021).

This co-production is achieved through the engagement of people in solving their everyday problems, working collectively to create shared solutions. Services are not only implemented for citizens but also are developed in partnership with them and are continually adjusted to meet their changing needs over time. This dynamic model generates more appropriate and innovative solutions, in contrast to the standardized and immutable models that have failed to solve the current challenges of urban waste management for decades.

The Zero Waste proposal is an approach that, based on a set of initiatives such as recycling, composting, and reuse, seeks to rethink how we deal

*Assistant Professor of the Production Engineering Department, UFMG; **Associate Researcher at the Alter-native Production Center, UFMG.

Keywords: Expanded Governance; Community Engagement; Co-Production; Waste Management; Zero Waste

with waste by promoting maximum reduction in waste generation and further use of discarded materials. From this perspective, waste is treated as a resource. The integration of popular recycling, carried out by waste pickers, with agroecology, which acts directly with organic waste and promotes new modes of living well, is essential for the success of this proposal (Souza, 2021). Together, these practices account for most waste generated, strengthening local economies, promoting social and environmental justice, and indicating pathways for coexistence in cities.

Within the context of Zero Waste, it is essential to consider the role of plastic disposal, especially in large cities, where recycling still faces major challenges. The complexity of the materials, the low recyclability of many types of plastics, and the misinformation about their disposal make it difficult to reintegrate this waste into the productive chain. However, when citizens become directly involved in the management of their waste, they increase their understanding of the impacts of consumption and begin to adopt more conscious practices, such as reducing the use of single-use plastics, replacing previous choices with reusable materials, and properly separating recyclables. This transformation in habits, driven by community engagement, is an essential step towards reducing the generation of plastic waste and strengthening the principles of Zero Waste.

The Santa Tereza Zero Waste Project (Belo Horizonte, MG) is developed by the Coopesol Leste Waste Picker Cooperative, which acts in the management of dry recyclable waste, in collaboration with the Roots Ativa Collective, responsible for the management of organic waste with composting services and the management of an agroecological vegetable garden. The beneficiaries, residents of the Santa Tereza neighborhood and surrounding areas, act as co-producers and financiers of the product, reinforcing the idea that co-production takes place through the engagement of people in solving their everyday problems, within a collective scope, and the shared construction of solutions. Moreover, the ecosystem promotes learning and environmental education, in practice, favoring community engagement by guiding and discussing with citizens the value and benefits of zero waste practices in consumption and waste disposal in their daily lives.

DISCUSSION

CO-PRODUCTION IN ACTION: DIALOGUES AND CHALLENGES OF COMMUNITY ENGAGEMENT

The Santa Tereza neighborhood in Belo Horizonte is known for its strong cultural identity and sense of community. However, despite its protagonism in several initiatives, it faces a reality marked by the absence of effective policies to promote waste management for recycling. There is no institutionalized selective waste collection and residents were, for a long time, without any type of guidance or structure aimed at allowing adequate waste segregation and disposal. In this scenario, the Santa Tereza Zero Waste Project emerges as a concrete, albeit localized, response to the socioenvironmental urgency of the territory. In five years of operation, the Zero Waste Project has recovered more than 250 tons of dry and organic waste that would otherwise be sent directly to the municipal landfill. Of this total, approximately 24% corresponds to recovered plastic waste. Moreover, the project has an extremely low rejection rate: only 2.6% of the total flow of recyclables and less than 1% of the overall total of materials recovered.

The proposal of expanded governance adopted by the project is based on the assumption that effective transformation of territorial challenges depends on the active and full integration of beneficiaries. This integration goes beyond the simple normative segregation of waste or limited participation in social control forums – structures that, in Belo Horizonte and many other municipalities, are practically non-existent in waste management policies. Instead, beneficiaries are invited and encouraged to share their expectations, lifestyles, and conditions of accessibility to the service, contributing to the co-construction of solutions for the territory.

One of the most relevant outcomes of this model is the awakening of a critical conscious about the issue of plastic, a material that is ubiquitous in everyday consumption and has low recyclability. Many beneficiaries were unaware of the challenges associated with recycling this type of waste and, after becoming involved in the project, they began to actively discuss their forms of consumption. This includes everything from reducing the use of disposable plastics in everyday life to directly pressuring local producers to use less plastic in the packaging of their products. An important example was a discussion group held between residents and agroecological producers who are partners in the project, aiming to discuss the challenges of packaging perishable foods, such as vegetables, eggs, and fruits that require special care. The discussion revealed both the desire of consumers for alternatives with less impact and the difficulties faced by producers in offering viable solutions. This is a debate that remains open, and which has proven to be one of the main bottlenecks faced by producers involved in the Zero Waste proposal, but that also demonstrates the power of transformation generated by direct community engagement.

To support this form of collaborative management, the project developed three fundamental devices, which structure and strengthen the expanded governance (Souza, 2001):

- 1. Raising Awareness and Disseminating a Common Language:** Listening and feedback mechanisms promote the dissemination of a shared vocabulary and vision among all stakeholders. This increase in awareness ensures that beneficiaries, operators, and other partners “speak the same language”, facilitating cooperation and mutual understanding of the limitations and potential of the territory.
- 2. Spaces for Debate and Building Common References:** The creation of spaces for debate – similar to what is called an “agonistic public space”, meaning environments where diversity of opinions and constructive confrontation are valued – allows individual experiences to be discussed and integrated into collective reference frameworks, enabling reflection on challenges and strategies to overcome limitations, promoting continuous learning and the adaptation of the model to local realities.
- 3. Monitoring and Integration Mechanisms for New Stakeholders:** Devices that monitor the overall performance of the ecosystem and the individual contribution of each stakeholder are essential for the perpetuity of the project. The equitable distribution of the monetary value generated, based on the fulfillment of the stakeholders’ commitments, reinforces the sustainability of the initiative and ensures that all those involved can maintain their participation in the long term.

These mechanisms demonstrate that expanded governance is not limited to a control instrument but rather is designed as a dynamic process of socioenvironmental transformation. By integrating the beneficiaries as co-producers of the solution, the Santa Tereza Zero Waste Project overcomes the limits of the neoliberal model of public management, which reduces democratic participation to a formal exercise of representation. Instead, governance becomes rooted in the territory, based on listening, co-responsibility, and collective work – capable of generating more effective, just, and sustainable responses to contemporary environmental challenges, such as the urgent reassessment of the use and disposal of plastic packaging.

CONCLUSION

TOWARDS ZERO WASTE: LESSONS AND PERSPECTIVE FOR COLLECTIVE ACTION

The experience of the Santa Tereza Zero Waste Project demonstrates that the adoption of an expanded governance model, combined with effective community engagement, can transform solid waste management. By involving the beneficiaries in the co-construction of the solution, the project breaks with the traditional and instrumental logic of public services, promoting the emergence of a cooperative ecosystem (Du Tertre, 2001). The creation of listening, debate, and monitoring devices not only allows stakeholders to share efforts and develop essential intangible resources – such as trust and sense of belonging – but also fosters continuous learning and the adaptation of solutions to local needs (Souza, 2021; Du Tertre, 2001).

However, practice reveals significant challenges. One of the main ones regards the logistics of participation: the proposed project assumes that beneficiaries take their waste, once it has already been segregated, to the Zero Waste Centers where the materials are received, sorted, and properly forwarded. Therefore, there is no door-to-door collection. This lack of a more accessible service limits the scope of the project, since not all residents are able or willing to go to the Centers, especially those with mobility issues, intense routines, or without adequate means of transportation. Moreover, the project faces recurring difficulties in financing technical assistance, ongoing operational costs, and turnover of beneficiaries, which requires constant restructuring of bonds and mobilization strategies. Another recurring challenge is the questioning, by some residents, about charging the service, because the responsibility for waste collection and management should be exclusively of the public authorities.

On the other hand, the positive aspects are highlighted by the strong engagement of citizens, who become protagonists in solving their daily problems and in the shared construction of solutions. This active

participation allows beneficiaries to understand technical terms and contribute with their practical experiences to improve public policies. The dialogue among beneficiaries, operators, and partners goes beyond the simple distribution of pamphlets or bureaucratic meetings: it is a formative and transformative process. The lessons learned from this experience serve as inspiration to implement similar models in other contexts, showing that the integration of information and community action can address complex environmental challenges – especially those related to plastic waste – through expanded, collaborative, and territorialized governance.

REFERENCES

SOUZA, M. A. Lixo zero? Uma pesquisa-ação na co-construção de uma solução territorial para os resíduos sólidos urbanos. Tese de doutoramento. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2021. Available at: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/41005> .

DU TERTRE, C. L'économie immatérielle et “ les formes de pensée ” dans le travail. In: HUBAULT, F. (Ed.). Comprendre que travailler c'est penser, un enjeu industriel de l'intervention ergonomique. Toulouse: Octarès éditions, 2001. p. 41–52.



Marés de plástico: desafios do lixo no mar para a pesca artesanal



Laura Develey*



Nicole R. Guerrato*



Leandra R.
Gonçalves*

Resumo: O lixo no mar é um dos grandes problemas do antropoceno que impacta diretamente as comunidades costeiras. Esse artigo busca trazer a percepção dos pescadores artesanais em relação ao impacto do lixo no mar em suas atividades. Através de entrevistas semiestruturadas realizadas com os pescadores de Bertioga, no âmbito do projeto Nós da Ação, foi possível observar que o lixo tem impactos diretos quando danifica os equipamentos de pesca, e indiretos, uma vez que diminui o potencial de captura e aumenta o tempo gasto na pesca.

As comunidades costeiras, dentre elas os pescadores artesanais, sofrem com a injustiça ambiental de diversas formas: desde a luta pela manutenção de seu território, ameaçado pela intensa ocupação e especulação imobiliária, até o fato de estarem em uma área de despejo de toda poluição acumulada no continente pelos rios, o que afeta muitas de suas tradições e subsistência, como a pesca (Bennet et al., 2023). Além disso, essas comunidades, estão entre os grupos socioeconômicos mais vulneráveis, devido à sua exposição elevada a mudanças ambientais e, em muitos casos, precária infraestrutura de moradia, baixa escolaridade, e pouco - ou nenhum - poder de negociação na concepção das políticas que os afetam (Béné, 2009).

Apesar de existirem diversas publicações sobre os impactos do lixo no mar, a perspectiva socioambiental, em que são considerados os danos causados a estas comunidades pesqueiras em decorrência dos resíduos, ainda é pouco explorada (Guerrato; Gonçalves, 2025). E o destaque dado aos pescadores como vítimas desse problema estrutural de poluição do oceano é ainda negligenciada em muitos locais. Assim, compreender a necessidade de envolvê-los ativamente para a co-construção de caminhos mais justos e sustentáveis no problema do lixo no mar, é imperativo.

*Universidade Federal de São Paulo. Instituto do Mar.

Palavras-chave: pesca artesanal; lixo no mar; impactos; relatos



Figura 1. Pesquisadora do projeto Nós da Ação triando o resíduo que foi capturado acidentalmente pelos pescadores artesanais durante suas respectivas atividades pesqueiras de arrasto de camarão. Foto: Deborah Gallo/Nós da Ação.

NÓS DA AÇÃO

No litoral de São Paulo, os danos causados pelo lixo no mar são uma pauta frequente reportada em espaços de diálogo e participação, como nas reuniões de conselho gestor da Área de Proteção Ambiental Marinha do Litoral Centro (APAMLC). Como consequência, algumas iniciativas vêm sendo desenvolvidas no território. É neste contexto que se insere o projeto “Nós da Ação: Engajando pescadores artesanais no combate ao lixo no mar”, projeto de pesquisa da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP). Esse projeto, desenvolvido em parceria com a gestão das unidades de conservação e com os pescadores, busca entender o problema do lixo no mar, e encontrar soluções para reduzir o impacto do resíduo nas atividades de pesca.

O projeto atuou de 2021 a 2024, e contou tanto com o monitoramento do lixo no mar, trazido voluntariamente pelos pescadores, coletado durante as atividades de arrasto camaroeiro, quanto com entrevistas e oficinas para o entendimento sobre os impactos percebidos por eles e quais soluções poderiam ser aplicáveis nesse contexto (Fig 1 e Fig 2). A seguir serão apresentados os relatos obtidos ao longo das atividades do projeto¹.

1. Para saber mais, consulte o trabalho: Guerrato & Gonçalves, 2024. Entre Redes e resíduos: O lixo no mar e seus impactos ambientais para a pesca artesanal. Dissertação. Disponível em: [Entre redes e resíduos: o lixo no mar e seus impactos socioambientais para a pesca artesanal](#)

Danos aos equipamentos de pesca	João, pescador de Bertioga	"Porque quando tem muito lixo demais, você tá trabalhando a rede enterra na lama você tem que ficar parando. Aí vem aquele lameiro junto com bolsa plástica, garrafa plástica cheio de lama e aquilo ali atrapalha tudo nós. Aí prejudica, prejudica"
	Bruno, pescador de Bertioga	"Eu já perdi rede por causa de lixo. De não se aproveitar mais. Rasgou, toco de pau, pedaço de lata"
Diminuição do potencial de captura	Marcelo, pescador de Bertioga	"Quando eu trabalhava na malha, a gente ia ali pro Farol do Boi, chegava, aí ao invés de nós colher peixe, nós colhia só lixo. Aí não tinha pescaria, era lixo puro"
	Walter, pescador de Bertioga	"Porque às vezes um lugar onde tem muito lixo o camarão não fica. Nenhum peixe fica. Que nem eu te disse lá quando dá muito lixo na Riviera você não encontra nenhum tipo de peixe lá. É só lixo. Às vezes você vê um ou outro boiando assim, só que aí, tipo assim, quando tem muito lixo boiando, você vai fala, não vem muito no fundo, quando tem assim boiando"
Aumento do tempo gasto em decorrência do lixo	José, pescador de Bertioga	"Eu como pescador se for pra mim separar lixo eu gasto quase o dobro do tempo como se eu não fosse separar se a gente for separar o camarão a gente gasta uma hora se a gente for separar juntando todo o lixo a gente vai quase dobrar a gente tá falando de duas horas de trabalho"
	Celso, pescador de Bertioga	"Porque tipo assim, tem dia que vem muito, vem muito. E tem dia que quando tem, às vezes, o camarão é limpo, vem um pouquinho deles, mas você tem como você catar. Mas no dia que vem lixo, vem topo de pau, vem plástico, você vai ficar duas horas plantada ali. Pra você tirar vinte e trinta quilos de camarão do meio, do meio do lixo. Então se você for ficar ali duas horas, você não vai ter descanso nenhum, você não entra nem dentro da casaria".

Quadro 1. Relatos dos pescadores e pescadoras. Fonte: Dados coletados pelas autoras.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante destes relatos, é notório o impacto causado pelo lixo no mar para a pesca artesanal tanto de forma direta, em decorrência de redes ou embarcação danificada por conta de resíduos emaranhados, quanto de forma indireta, quando os pescadores aumentam o esforço pesqueiro, tem menor produtividade na pesca, e consequentemente um impacto econômico para o setor.

Este problema ambiental, somado a outras situações de conflitos ambientais que o setor da pesca artesanal enfrenta, como grandes empreendimentos, fiscalização, turismo desordenado (Prado et al., 2022), agrava o cenário de vulnerabilidade e injustiça ambiental. Desta forma, compreender os impactos do lixo no mar a partir da perspectiva das comunidades pesqueiras é fundamental, pois ao dar voz às experiências e percepções dos pescadores e pescadoras que convivem diariamente com esses desafios, é possível não apenas reconhecer a dimensão do problema, mas também identificar caminhos para soluções que integrem saberes locais e ações coletivas.



Figura 2. Pescador segurando os resíduos que foram coletados no mar durante 2 horas de pesca de arrasto de camarão. Foto: Deborah Gallo/Nós da Ação.

REFERÊNCIAS

BENÉ, C. Are fishers poor or vulnerable? Assessing economic vulnerability in small-scale fishing communities. **Journal of Development Studies** 45, 911–33, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00220380902807395>. Acesso em: 20 jan. de 2025.

BENNETT, N. J., ALAVA, J. J., FERGUSON, C. E., BLYTHE, J., MORGERA, E., BOYD, D., COTE, L.M. Environmental (in)justice in the Anthropocene ocean. **Marine Policy**, v. 147, p. 105383, 2023.

GUERRATO, N.R.; GONÇALVES, L.R. Netting the problem: a comprehensive analysis of marine litter on artisanal fishers. **Frontiers in Ocean Sustainability**. 2:1474477. 10.3389/focsu.2024.1474477. 2025. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/focsu.2024.1474477>. Acesso em: 20 de jan. de 2025.

PRADO, D. S.; MARTINS, I. M.; CHRISTOFOLETTI, R. A, et al. **Pesca Artesanal e Conflitos Costeiros e Marinhos no litoral de São Paulo**. 1ª ed. -- Santos [SP] : Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP). ISBN 978-65-87312-39-2, 2022.

Plastic tides: Marine litter challenges for artisanal fisheries



Laura Develey*



Nicole R. Guerrato*



Leandra R.
Gonçalves*

Resumo: Marine litter is one of the greatest problems of the Anthropocene, directly impacting coastal communities. The present article examines the perception of artisanal fishers regarding the impact of marine litter on their activities. Semi-structured interviews were conducted with fishers from Bertioga, within the scope of the Nós da Ação project. Results showed that litter has direct impacts when it damages fishing equipment, and indirect impacts, since it reduces catch potential and increases the time spent fishing.

Coastal communities, which include artisanal fishers, suffer from environmental injustice in several ways: from the struggle to maintain their territory, which is threatened by intense occupation and real estate speculation, to the fact that they are in an area receiving all the pollution accumulated on the continent that flows through rivers, which affects many of their traditions and livelihood, such as fishing (Bennet et al., 2023). Moreover, these communities are among the most vulnerable socioeconomic groups, given their high exposure to environmental changes and, in many cases, precarious housing infrastructure, low education levels, and little – or no – negotiating power in the design of policies that affect them (Béné, 2009).

Although there are several publications on the impacts of marine litter, the socioenvironmental perspective, which concerns the damage inflicted on these fishing communities due to waste, is still poorly explored (Guerrato; Gonçalves, 2025). Also, the emphasis given to fishers as victims of this structural problem of ocean pollution is still neglected in many places. Therefore, understanding the need to actively involve them in the co-construction of fairer and more sustainable paths regarding the issue of marine litter is imperative.

*Universidade Federal de São Paulo. Instituto do Mar.

Keywords: Artisanal Fisheries; Marine Litter; Impacts; Reports



Figure 1. Researcher from the Nós da Ação project sorting the waste that was accidentally caught by artisanal fishers during their shrimp trawling activities. Photo: Deborah Gallo/Nós da Ação.

NÓS DA AÇÃO

Along the coast of São Paulo, the damage caused by marine litter is a frequent topic of discussion and participation, such as in management board meetings of the Marine Environmental Protection Area of the Central Coast (APAMLC). As a result, some initiatives have been developed across the territory. This is the context in which the research project “Nós da Ação: Engaging artisanal fishers in combating marine litter” was created at the Federal University of São Paulo (UNIFESP). This project, developed in partnership with managers of environmental protection areas and fishers, seeks to understand the problem of marine litter and find solutions to reduce the impact of waste on fishing activities.

The project took place from 2021 to 2024 and included monitoring marine litter that was brought voluntarily by fishers during shrimp trawling activities, as well as interviews and workshops to understand the impacts they perceived and what solutions could be applicable in this context (Fig 1 e Fig 2). The reports obtained throughout the project’s activities are presented below¹.

1. To learn more, see the study: Guerrato & Gonçalves, 2024. *Entre Redes e resíduos: O lixo no mar e seus impactos ambientais para a pesca artesanal*. Master’s Thesis. Available at: [Entre redes e resíduos: o lixo no mar e seus impactos socioambientais para a pesca artesanal](#).

Damage to fishing equipment	João, fisher from Bertioga	"Because when there's too much litter, you're working and then the net gets buried in the mud and you have to keep stopping. Then all that mud comes up with the plastic bags, plastic bottles filled with mud, and that gets in our way. It's damaging, it is"
	Bruno, fisher from Bertioga	"I've lost nets because of litter. Couldn't get any more use out of it. It was torn, a stump of wood, a piece of tin"
Decrease in catch potential	Marcelo, fisher from Bertioga	"When I worked with gillnets, we would go to Farol do Boi, we'd arrive there, and instead of catching fish, we just caught litter. So, there was no fishing, just pure trash"
	Walter, fisher from Bertioga	"Because sometimes a place that has a lot of trash, the shrimp doesn't stay. No fish stays. It's like I said about when there's a lot of litter in Riviera, you don't find any kind of fish there. It's just trash. Sometimes you see one or other floating, but then, like, when there's a lot of litter floating, you say, not much is coming from the bottom, when there's this much floating"
Increase in the time spent due to litter	José, fisher from Bertioga	"As a fisher, if I were to separate the litter, I'd spend almost twice as much time. Like, if I spend an hour separating the shrimp, if we were to separate all the trash, we would spend almost twice as much time. We're talking about two hours of work"
	Celso, fisher from Bertioga	"Because, like, there are days when a lot comes, a lot. And there are days when there's some, sometimes the shrimp is clean, there's just a bit, but you are able to pick it out. But on days when litter really comes, there's wood stumps, there's plastic, you're stalled there for two hours. For you to get twenty or thirty kilos of shrimp from all that, all that litter. So, if you have to stay there for two hours, you're not going to have any rest, you don't even go inside the cockpit".

Table 1. Reports by the fishers. Source: Data collected by the authors.

FINAL CONSIDERATIONS

In view of these reports, the impact caused by marine litter on artisanal fishing is clear, both directly, as a result of damaged nets or vessels due to entangled waste, and indirectly, when fishers increase their fishing effort, there is lower fishing productivity, and consequently an economic impact on the sector.

This environmental problem, combined with other situations of environmental conflicts that the artisanal fishing sector faces, such as large-scale enterprises, inspections, and unregulated tourism (Prado et al., 2022), worsens the scenario of vulnerability and environmental injustice. Thus, understanding the impacts of marine litter from the perspective of fishing communities is essential. By giving a voice to the experiences and perceptions of fishers who face these challenges on a daily basis, we cannot only recognize the scale of the problem but also identify paths to solutions that integrate local knowledge and collective actions.



Figure 2. Fisher holding the waste that was collected at sea over the course of 2 hours of shrimp trawling. Photo: Deborah Gallo/Nós da Ação.

REFERENCES

- BENÉ, C. Are fishers poor or vulnerable? Assessing economic vulnerability in small-scale fishing communities. **Journal of Development Studies** 45, 911–33, 2009. Available at: <https://doi.org/10.1080/00220380902807395>. Accessed on Jan 20, 2025.
- BENNETT, N. J., ALAVA, J. J., FERGUSON, C. E., BLYTHE, J., MORGERA, E., BOYD, D., COTE, L.M. Environmental (in)justice in the Anthropocene ocean. **Marine Policy**, v. 147, p. 105383, 2023.
- GUERRATO, N.R.; GONÇALVES, L.R. Netting the problem: a comprehensive analysis of marine litter on artisanal fishers. **Frontiers in Ocean Sustainability**. 2:1474477. 10.3389/focsu.2024.1474477. 2025. Available at: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/focsu.2024.1474477>. Accessed on Jan 20, 2025.
- PRADO, D. S.; MARTINS, I. M.; CHRISTOFOLETTI, R. A, et al. **Pesca Artesanal e Conflitos Costeiros e Marinhos no litoral de São Paulo**. 1st ed. -- Santos [SP] : Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP). ISBN 978-65-87312-39-2, 2022.



ENTRE VISTAS

Como o plástico afeta as catadoras e os catadores?

Entrevista com Valquiria Candido da Silva



Valquiria Candido da Silva

Valquiria Candido da Silva é catadora de materiais recicláveis, fundadora e presidente da Cooperativa de Trabalho e Coleta do Parque Cocaia (COOPERPAC). Também é liderança do Movimento Nacional dos Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis (MNCR) na cidade de São Paulo. Atualmente é graduanda no curso de Ciências do Trabalho pelo DIEESE - Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos e educadora popular na Universidade de e para Catadores e Catadoras de Materiais Recicláveis (UNICATA).

Isabella de Carvalho Vallin: Você pode compartilhar um pouco da sua trajetória como catadora e contar como você se tornou uma liderança?

Valquiria Candido da Silva: Eu trabalhava numa empresa CLT, uma empresa concessionária de lixo. Eu trabalhei lá por quatro anos com os garis e tinha muita afinidade com eles. Eu fui mandada embora e fiquei grávida. Tentei voltar para o mercado de trabalho, mas eu queria dar atenção e prioridade para o meu filho. Aí eu fui vendo outras alternativas, né? E aí fui para o segmento da cooperativa. Tanto eu como meu esposo, a gente veio desse mercado das empresas do lixo, a gente foi convidado por uma conhecida para montar uma cooperativa, foi na época do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), muitos anos atrás. Essa conhecida dizia: “Vamos escrever um projeto que vocês vão conseguir um galpão, equipamentos e recursos”. Foi assim que tudo começou. Para aprender como montar uma cooperativa, a gente começou a participar das reuniões do Movimento Nacional de Catadores e Catadoras de

Materiais Recicláveis (MNCR). Enquanto íamos participando das reuniões e aprendendo, a gente foi trabalhando, começamos a separar o material reciclável em casa, na rua, com os vizinhos e foi aumentando e tomando uma proporção imensa. Na época a gente sofreu muito preconceito com relação a isso, né? O pessoal perguntava se a gente ia ficar mexendo com lixo, mesmo. A minha mãe e a minha família me desconjuravam. Eu sei que nessa trajetória toda a gente passou por várias dificuldades, mas a gente não pensava em desistir. Então, em 2008, finalmente montamos a cooperativa e, em 2010, a gente conseguiu a parceria com a prefeitura e as coisas foram tomando forma até o que somos hoje, depois de dezesseis anos de luta. Uma conquista recente, foi que a cooperativa teve a aprovação de um projeto pelo Ministério do Meio Ambiente para implantar a coleta de orgânicos. É uma estratégia para complementarmos a renda, porque eu acho que só da reciclagem a gente não vai sobreviver mais. A gente acha que a compostagem vai ser o nosso futuro, se a reciclagem não vingar mais por conta das concorrências. Tem muitas concorrências relacionadas à reciclagem, tem empresas que estão ganhando dinheiro com a reciclagem e que não são catadores e tem os interesses em colocar incinerador na cidade, o que é muito sério, por isso, estamos construindo novos caminhos. Sobre a minha trajetória de liderança, eu comecei a frequentar, de fato, o Comitê da Cidade de São Paulo do MNCR em 2015, foi quando eu entendi que eu também era parte do movimento, foi aí que comecei a olhar para fora da cooperativa. Eu pensava que não era justo ter todas aquelas catadoras e catadores ali dentro trabalhando para caramba com aquele volume de resíduos e ainda ouvir da prefeitura que as cooperativas eram ineficientes, que as cooperativas não tinham gestão, que as cooperativas só tinham coisas horríveis, eu ficava ouvindo e pensava: “Não é possível um negócio desse!”. Aí eu comecei a me informar e comecei a questionar também. Por que a gente estava sendo humilhado? A partir daí, eu fui me envolvendo com o MNCR e me tornei membro oficial do Comitê da Cidade. Hoje eu consigo apoiar outras cooperativas, passar o conhecimento que adquiri para fortalecer a categoria.

Isabella: Você poderia falar um pouco sobre como o trabalho das catadoras e dos catadores tem mudado ao longo dos anos em relação ao volume e ao tipo de plástico coletado?

Valquiria: Antigamente a gente vendia muitos plásticos, depois da pandemia aumentou o número de catadores autônomos e eles coletavam a maior parte dos materiais com mais valor, como o alumínio, e os plásticos vinham todos para as cooperativas. Porém, agora, não estamos recebendo tanto quanto antes. A gente não vende todo o plástico todo mês, porque ele tá demorando muito para chegar, como o PEAD. Por exemplo, a gente fazia uma média de 50 fardos de PET por mês, hoje a gente faz 50 fardos em 60 dias. Apesar disso, cerca de 40% da nossa renda vem do plástico, especialmente do PET. O problema é que chega muito plástico na cooperativa, mas são aqueles que não tem valor. Vem lona, isopor, bandejinhas, embalagens de biscoito e salgadinho, tem sacolas revestidas com plástico não reciclável, embalagem de presente, embalagem de batom, enfim, é muita coisa, e que não tem valor. Tem muitos materiais escolares, por exemplo, que a indústria se preocupa com a beleza do produto, mas não com a qualidade e com o destino do material depois do seu uso. Esses plásticos representam uma improdutividade na cooperativa, porque eles têm que passar pelas mãos dos catadores, temos que triar e o nosso tempo vai nisso, mas não conseguimos vender. Esse é um problema, os plásticos não recicláveis acabam tirando parte da nossa produção, da nossa hora de trabalho, onera a cooperativa e não tem valor, né? Viram rejeito. E quando a gente olha para todo o nosso rejeito, 20% são plásticos,

o que é bastante coisa. Então, muitas vezes temos que trabalhar mais para poder produzir mais e conseguir ter a renda necessária para pagar todos os cooperados. Os plásticos que não tem valor afetam diretamente a cooperativa e os catadores.

Isabella: Quais são os principais desafios que catadoras e catadores enfrentam ao lidar com esses rejeitos plásticos?

Valquiria: É justamente não conseguir fazer a comercialização desses resíduos porque os plásticos que tem valor, eles estão disputados, demora mais para a gente conseguir um volume bom para vender, eles não estão mais à disposição, são mais concorridos e o que chega fácil são aqueles que não tem valor. Então, teria que investir em tecnologia que pudesse reaproveitar esses plásticos para eles não irem para o aterro. Precisa de uma tecnologia para poder ressignificar os plásticos que não tem valor e inseri-los na cadeia produtiva a partir da responsabilidade compartilhada entre todos os envolvidos, indústria, comércio, municípios, todos os envolvidos têm uma responsabilidade, isso precisa ser considerado. Então, ainda é preciso avançar bastante na destinação dos plásticos que não são recicláveis, hoje eles vão para o aterro, mas é importante dizer que isso não quer dizer que esses resíduos têm que ser incinerados, sabe? É preciso investir em tecnologia para que se tornem recicláveis, a incineração não é solução. É preciso valorizar a reciclagem e o trabalho dos catadores. É importante considerar que a ação de retirar os plásticos do meio ambiente deveria ser remunerada, porque é um trabalho muito importante e não é isso que acontece, os catadores precisam ser remunerados pelos serviços que prestam, porque é um serviço público que beneficia toda a sociedade.

Isabella: Que mudanças você gostaria de ver na relação entre sociedade, empresas, governo e catadores para enfrentar a crise do plástico?

Valquiria: Olha, as grandes empresas, elas têm os seus engenheiros, os seus técnicos para desenvolver tecnologia, mas eles não têm a informação da base, eles não podem fazer algo totalmente coerente sem ter a informação da base, das cooperativas, dos catadores que sabem quais são os desafios. Não adianta eles inventarem uma tecnologia da cabeça deles vindo de outros países sem ter a informação local, até mesmo aqui, em uma cidade só, em São Paulo, existem locais diferenciados, bairros diferenciados. Então, não é uma tecnologia só para todo mundo, para todos os lugares. Ela não vai funcionar para todo mundo, tem que ser conforme a demanda de cada local e de cada comunidade. Então, eu acho que teria que ter uma maior integração entre as pessoas que estão formulando políticas e tecnologias, com quem vai executar, com as cooperativas e com a sociedade, tem que ter maior interação entre as partes. O melhor dos mundos é a cooperativa receber apenas plásticos que são recicláveis.

Isabella: Como você imagina o futuro das catadoras e dos catadores em um cenário ideal no uso dos plásticos?

Valquiria: Em um cenário ideal eu diria que a indústria seria mais responsável, não iria mais produzir plástico que não seja reciclável. Além disso, a indústria iria compartilhar informações e dialogar com os catadores, iria entender o problema a partir de quem está na ponta trabalhando na despoluição das embalagens que elas comercializam. Tudo estaria conectado e dialogando, desde o catador até a comercialização e o destino final. Assim, a indústria não iria produzir o que não é reciclável e pararia de vender materiais que se tornam rejeitos. Esses descartáveis de uso único não vão fazer falta para as cooperativas porque a gente não tem comercialização para eles. Eles só passam pela cooperativa, a gente não separa esse tipo de material, como talheres de plástico, copinho de plástico e até as sacolinhas, a gente está com dificuldade de vender elas. Então eu acho que esses tipos de plásticos não vão fazer falta para as cooperativas.

Isabella: Que mensagem você gostaria de deixar para a sociedade sobre os plásticos?

Valquiria: Para as pessoas consumirem as embalagens e descartarem de maneira correta. As pessoas precisam começar a ter um consumo consciente desde o momento em que adquirem um produto até o momento de descarte deste item. É refletir e considerar se desejam que esse resíduo se torne poluição para o meio ambiente ou se torne benefício para o trabalho dos catadores. É separar os resíduos de forma adequada, armazenar em local limpo e destinar aos catadores.



How does plastic affect waste pickers?

Interview with Valquiria Candido da Silva



Valquiria Candido
da Silva

Valquiria Candido da Silva is a recyclable waste picker, founder and president of the Parque Cocaia Work and Collection Cooperative (COOPERPAC). She is also a leader of the National Movement of Recyclable Waste Pickers (MNCR) in the municipality of São Paulo. Valquiria is currently an undergraduate student in the Labor Sciences course at DIEESE – Inter-Union Department of Statistics and Socioeconomic Studies and a popular educator at the University of and for Recyclable Waste Pickers (UNICATA).

Isabella de Carvalho Vallin: Can you share a little about your journey as a waste picker and tell us how you became a leader?

Valquiria Candido da Silva: I was an employee at a company that worked with garbage disposal. I worked there for four years with the street cleaners and had a great connection with them. I was laid off and got pregnant. I tried to get back into the job market, but I wanted to give my son priority and attention. So, I started looking for other alternatives, you know? And then I went into the cooperative segment. Both my husband and I came from this garbage disposal sector. We were invited by an acquaintance to set up a cooperative, this was during the Growth Acceleration Program (PAC), many years ago. This acquaintance, she would say: “Let’s write a project so you can get a warehouse, equipment, and resources”. That’s how it all started. To learn how to set up a cooperative, we started attending meetings of the National Movement of Recyclable Waste Pickers (MNCR). As we attended meetings and

learned, we were also working. We started separating recyclable materials at home, on the street, and with our neighbors, and it just grew and grew to a huge proportion. At the time, we were very prejudiced against, you know? People would ask if we were really going to keep handling trash. My mother and my family would say offensive things to me. I know we all went through a lot of trouble along the way, but we never thought about giving up. Then, in 2008, we finally set up the cooperative and, in 2010, we landed a partnership with city hall, and things started to shape up until we became what we are today, after sixteen years of struggle. A recent achievement was that the cooperative had a project approved by the Ministry of the Environment to implement organic waste collection. It's a strategy to supplement our income, because I think we won't survive on recycling alone anymore. We believe that composting will be our future if recycling isn't enough anymore because of competition. There are many competing companies related to recycling, there are companies making money from recycling that are not waste pickers, and then there's the interest in installing an incinerator in the city, which is very serious, so we're building new paths. Regarding my leadership path, I actually started attending the MNCR São Paulo City Committee in 2015, that's when I realized that I was also part of the movement, that's when I started looking outside the cooperative. I thought it wasn't fair to have all those waste pickers working like crazy with that volume of waste and still hear from the city government that the cooperatives were inefficient, that the cooperatives had no management, that the cooperatives only had horrible things. I kept hearing that and thinking: "This is just unacceptable!". Then I started to inform myself and started questioning things too. Why were we being humiliated? From then on, I got involved with the MNCR and became an official member of the City Committee. Today I can support other cooperatives and pass on the knowledge I acquired to strengthen the group.

Isabella: Could you talk a little about how the work of waste pickers has changed over the years in terms of the volume and type of plastic collected?

Valquiria: We used to sell a lot of plastics. After the pandemic, the number of independent waste pickers increased and they collected most of the materials of higher value, such as aluminum, and all the plastics would come to the cooperatives. However, now, we aren't receiving as much as before. We don't sell all the plastic every month, because it's taking a long time to arrive, like HDPE. For example, we used to make an average of 50 bales of PET per month, now we make 50 bales in 60 days. Despite this situation, about 40% of our income comes from plastic, especially PET. The problem is that a lot of plastic arrives at the cooperative, but it's the kind that has no value. We receive tarps, Styrofoam, trays, biscuit and snack packaging, bags lined with non-recyclable plastic, gift wrappers, lipstick packaging, all sorts of things that have no value. There's a lot of school supplies, for example, that the industry is concerned with the beauty of the product, but not with the quality and destination of the material after it's used. These plastics represent unproductiveness in the cooperative, because they have to go through the hands of the waste pickers, we have to sort them, and our time is spent on this but then we are unable to sell the material. This is a problem. Non-recyclable plastics end up taking away part of our production, part of our working hours, burdening the cooperative and they have no value, you know? They are rejected waste. And when we look at what we rejected, 20% is plastic, which is a lot. So, we often have to work more to be able to earn the income needed to pay all cooperative members. Plastics that have no value directly affect the cooperative and the waste pickers.

Isabella: What are the main challenges that waste pickers face when dealing with this rejected plastic waste?

Valquiria: It is precisely the fact that we are unable to sell this waste, because the plastics that have value are in high demand, it takes longer to get a good volume to sell, they aren't so available anymore, they are in higher demand and the ones that come to us easily have no value. So, we would have to invest in technology that could reuse these plastics, so they don't end up in landfills. We need technology to be able to give new meaning to plastics that have no value and insert them into the production chain, sharing the responsibility with all those involved: industry, commerce, citizens, everyone involved has a responsibility, this needs to be considered. So, we still need to make significant progress in the disposal of non-recyclable plastics. Today, they go to landfills, but it's important to say that this doesn't mean this waste has to be incinerated, you know? We need to invest in technology to make them recyclable. Incineration is not the solution. We need to value recycling and the work of waste pickers. It's important to consider that the action of removing plastics from the environment should be financially compensated, because it's a very important job, but that's not what happens. Waste pickers need to be paid for the services they provide, because it's a public service that benefits society as a whole.

Isabella: What changes would you like to see in the relationship between society, companies, government, and waste pickers to tackle the plastic crisis?

Valquiria: Well, big companies have their engineers and technicians to develop technology, but they don't have baseline information. They can't do something completely coherent without having baseline information, from the cooperatives, from the waste pickers who know what the challenges are. There's no point in them inventing technology from their own head that comes from other countries without having local information. Even here, in one city, in São Paulo, there are different places, different neighborhoods with their particularities. So, it's not just one technology for everyone, for all places. It won't work for everyone; it has to be in accordance with the demands of each place and each community. So, I think there would need to be greater integration among the people who are formulating policies and technologies, those who will implement them, the cooperatives, and society. We need greater interaction among all parties. The best scenario would be that the cooperative receives only recyclable plastics.

Isabella: How do you imagine the future of waste pickers in an ideal scenario for the use of plastics?

Valquiria: In an ideal scenario, I would say that the industry would be more responsible and would no longer produce plastic that is not recyclable. Also, the industry would share information and engage in dialogue with waste pickers and would understand the problem from the perspective of those who are working on depolluting the packaging they sell. Everything would be connected and in dialogue, from the waste pickers to the sale and final destination. This way, the industry wouldn't produce anything that isn't recyclable and would stop selling materials that end up being rejected waste. These single-use disposable items won't be missed by the cooperatives because we don't sell them. They only go through the cooperative, we don't separate this type of material, such as plastic cutlery, plastic cups, and even bags, we are having trouble selling them. So, I think that these types of plastics will not be missed by the cooperatives.

Isabella: What message would you like to leave for society about plastics?

Valquiria: For people to consume packaging and then dispose of it correctly. People need to start consuming consciously from the moment they purchase a product until they throw it away. That means reflecting and considering whether they want this waste to become pollution in the environment or to benefit the work of waste pickers. It means separating waste appropriately, storing it in a clean place, and sending it to waste pickers.





**AR
TES**

A onipresença do plástico na vida cotidiana: um exercício de foto voz em comunidade periférica de São Paulo



Jutta Gutberlet*



Sylmara Lopes
Francelino
Gonçalves Dias**

Resumo: O exercício de foto voz realizado por alunos de pós-graduação da USP explorou a onipresença do plástico em uma comunidade periférica do município de São Paulo. O exercício foi realizado no contexto de uma disciplina de pós graduação onde os estudantes visitaram o bairro Jardim Keralux, local marcado por contaminação do solo e grande vulnerabilidade socioambiental. Utilizou-se a técnica de foto voz e a caminhada transversal, como abordagem metodológica, onde os alunos registraram impactos do plástico e interagiram com a comunidade. O aprendizado foi enriquecido pelo contato direto dos alunos com a realidade periférica de São Paulo e seus moradores, ampliando sua compreensão sobre os desafios enfrentados por populações que vivem num contexto vulnerabilizado por múltiplas intersecções. A atividade promoveu para todos participantes reflexões sobre desigualdade, planejamento urbano precário e injustiça socioambiental.

Este texto trata da experiência de ensino utilizando abordagem metodológica de foto voice com alunos em disciplina do Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade da Universidade de São Paulo (PPgSUS - EACH USP), oferecida pelas professoras Jutta Gutberlet (University of Victoria, UVic) e Sylmara Lopes Francelino Gonçalves Dias (USP). Inicialmente apresentamos o contexto urbano e a degradação socioambiental presente em territórios periféricos, acompanhada de uma caminhada transversal em busca de evidências do plástico no cotidiano de uma comunidade periférica do município de São Paulo.

O plástico tem efeitos e impactos difíceis de localizar, mas que estão dispersos ao longo de toda cadeia de sua produção, consumo e descarte. Apesar do problema da poluição por plásticos estar atualmente na agenda de políticas públicas, os efeitos sociais e ambientais associados ainda são pouco compreendidos. Por outro lado, photo voice (ou foto voz) é uma abordagem metodológica que envolve a participação ativa do estudante em experiências práticas envolvidas num processo de

*Universidade de Victoria, Canadá. **Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo

Palavras-chave: pesquisa ação participativa; foto voz; descarte; plásticos; São Paulo

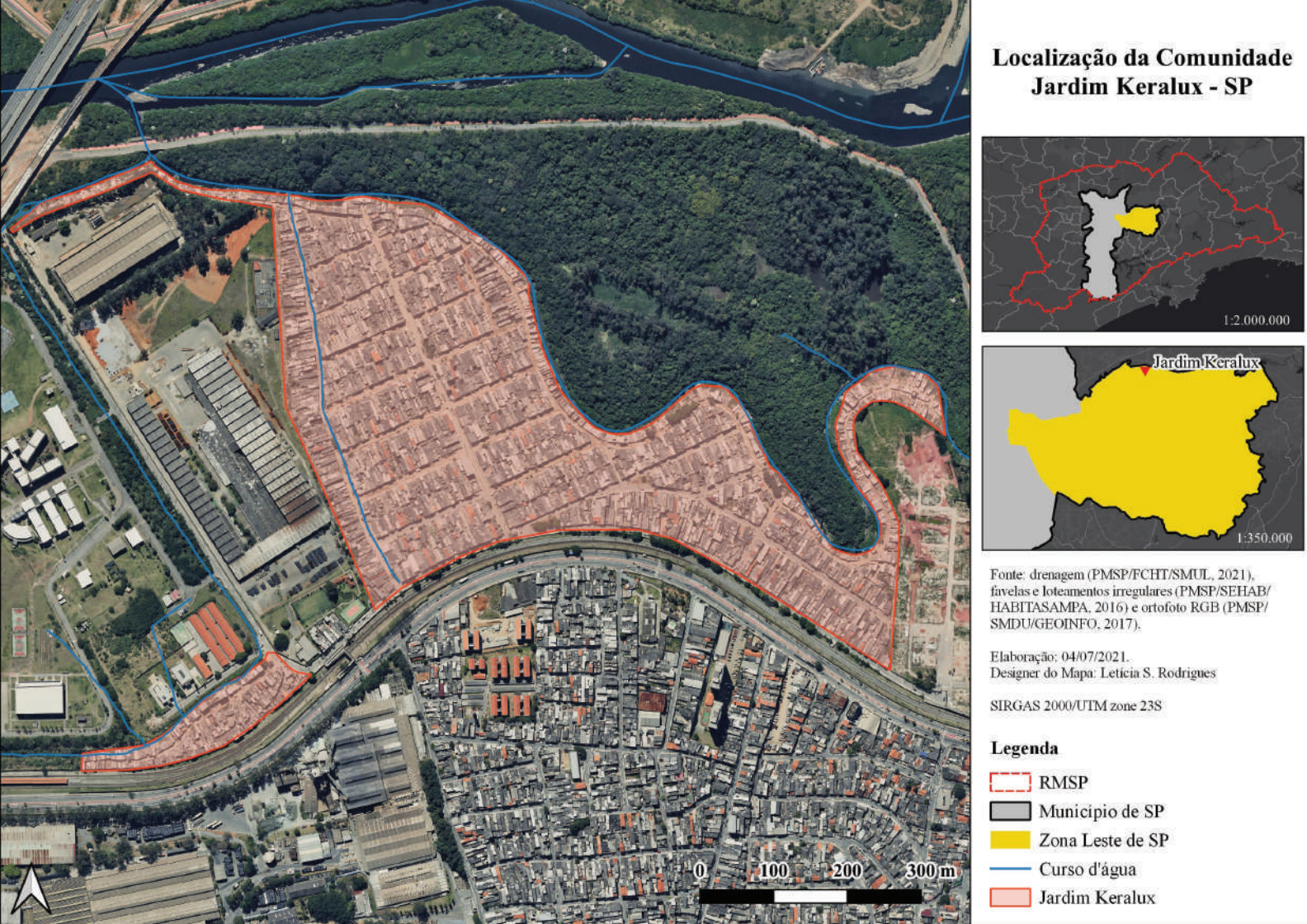


Figura 1. Mapa de localização: Jardim Keralux. Autoria Leticia Stevanato Rodrigues.

Local de estudo

No Jardim Keralux vivem aproximadamente 8.000 pessoas (Fig. 1). Existe uma heterogeneidade interna neste bairro, em termos de precariedade e existência da infraestrutura, saneamento básico e de riscos à saúde dos moradores. Algumas ruínas ficam sempre inundadas com as chuvas fortes ou os rios transbordando, com acúmulo de lixo e existência de árvores ou áreas verdes. Há mais de 20 anos, a comunidade vem lutando pela regularização de suas casas, pela melhoria da infraestrutura e dos serviços básicos, assim como pela solução dos problemas ambientais. A ocupação e o crescimento desordenado deste bairro ao longo dos anos se deram sem diretrizes do planejamento urbano ou infraestrutura básica, semelhante a o que acontece em outras periferias nas grandes cidades no Brasil e em outras partes do mundo. O bairro foi constituído sobre depósitos ilegais de substâncias tóxicas (hexaclorociclohexano, HCH), oriundas da empresa Keralux S.A. Revestimentos Cerâmicos, que decretou falência na década de 1970. Ao lado, a indústria Bann Química contaminou o solo (cicloexilamina, anilina e acetonas) e derramou resíduos químicos sem tratamento nos córregos desta região. Esses dois casos de crime ambiental são considerados entre os mais graves da cidade com alto risco à saúde ambiental e humana (Baptista; Oliveira Santos, 2022). Essas indústrias têm deixado um passivo ambiental na região, com o solo e os rios altamente contaminados desde 1985, colocando a população local em risco grave. Além desses impactos químicos na área, a comunidade está situada em áreas de riscos e suscetibilidade a inundações, sendo intensificados em períodos de maior pluviosidade e pela ausência de infraestrutura urbana adequada no território. Fonte: Gonçalves-Dias, Sato Rodrigues, 2023

ação-reflexão-ação. Aqui, alunas e alunos presentes na caminhada transversal realizada no Jardim Keralux apresentaram breves depoimentos representativos de sua foto voz como exercício da disciplina do PPgSUS - EACH USP. Concluímos o exercício com uma reflexão coletiva acerca dos métodos utilizados para sensibilizar e provocar os alunos que participaram da disciplina para entender a situação crítica encontrada aqui e acolá em áreas periféricas das cidades, hoje.

O PLÁSTICO NO COTIDIANO DE COMUNIDADES PERIFÉRICAS

A experiência de ensino ocorreu em dezembro de 2023. Tivemos a oportunidade de oferecer um minicurso sobre metodologias e ferramentas de pesquisa participativa e de ação (Clover, 2011). Examinamos uma série de paradigmas filosóficos-metodológicos e técnicas de coleta de dados qualitativos e realizamos uma atividade de campo com os alunos e alunas, com uma caminhada transversal e registros de campo utilizando fotografias e anotações. Pedimos para os alunos captarem imagens relatando a existência, a persistência, o uso, os impactos e as controvérsias do plástico na vida da população do bairro Jardim Keralux. Este bairro está situado no extremo da Zona Leste de São Paulo, ao lado da USP - Campus Leste, próximo ao rio Tietê (um corpo de água altamente contaminado), à Rodovia Ayrton Senna e à linha de trem metropolitano CPTM. No passado, foi local com atividades de indústrias químicas.

O EXERCÍCIO DE FOTO VOICE NO JARDIM KERALUX

A técnica de foto voz é uma abordagem participativa que combina fotografia e narrativa para explorar e comunicar experiências e perspectivas de grupos ou comunidades. Refere-se a uma técnica fotográfica em que os participantes capturam a realidade cotidiana sob a forma de fotografias, permitindo acessar a perspectiva dos participantes sobre o fenômeno em estudo (Wang; Burris, 1997). Nessa abordagem os participantes são os protagonistas da coleta de dados, que podem aplicar as mais diversas ferramentas desde as mais tradicionais como entrevistas, aplicação de questionário e grupo focal até formas mais criativas e baseadas em arte como foto voz, vídeo participativo, teatro comunitário, mapeamento interativo etc. Esse processo metodológico tem o potencial de promover a construção de relações de confiança entre a comunidade e a academia, ou seja, o engajamento público, a participação na criação de conhecimento. Dessa maneira a educação científica, a socialização, a capacitação e a sensibilização são frequentemente resultados importantes de pesquisas desenvolvidas com o viés participativo (Jaeger-Erben Et Al., 2023).

As professoras e o grupo de alunos da disciplina realizaram uma caminhada transversal durante aproximadamente 3 horas pelas ruas do bairro Jardim Keralux. Sempre quando possível estabeleceu-se um diálogo com a população local, aprendendo sobre as condições de vida e o contexto local através desses depoimentos. Nesse exercício o enfoque de foto voz esteve nas observações críticas acerca da incidência do plástico naquele território periférico, ou seja, a persistência, o uso, os impactos do plástico bem como suas controvérsias no cotidiano da população que ali reside. Ao longo da caminhada, interagindo com a população, foi importante situar os alunos dentro de contextos de vulnerabilidade e de resistência, possibilitando a manifestação de reflexões, emoções, questionamentos e percepções empírico-teórico-empírico (Duran; Wallerstein, 2003). As fotos e os depoimentos a seguir foram selecionadas do acervo construído pelos alunos da disciplina.



Figura 2. Mobiliário residencial que com o tempo não escapa de virar lixo (que não é biodegradável). Autora: Francine Cruz de Cerqueira Lima, 19/12/2023.





Figura 3. A colonização do plástico: "Esta foto retrata um pedaço de sacola que ondulava-se como uma bandeira e que nos lembra como o plástico tem colonizado as nossas vidas e hábitos sociais, poluindo todos os ecossistemas do planeta". Autor: Felipe Torres, 19/12/2023.



Figura 4: "A foto retrata a luta da comunidade do Keralux para ter acesso aos direitos básicos que são negados pelo Poder Público. É uma história de resistência solitária e diária". Autor: Rodrigo Massao Kurita, 19/12/2023.



Figura 5. "A Foto retrata o descaso com a população do Keralux com o rio contaminado, esgoto sendo despejado e sujo com plásticos e outros objetos, chamando atenção por meio da imagem da embalagem plástica do produto de limpeza de nome Veja". Autor: Fabio Luiz Cardozo, 19/12/2023.

Após a caminhada voltamos para a sala de aula para fazer uma rápida reflexão da experiência e do método. A técnica permitiu que os participantes capturassem imagens que representassem suas perspectivas, seus olhares individuais e que depois foram compartilhadas com o grupo. Foi possível perceber neste exercício no bairro Jardim Keralux um novo olhar dos participantes sobre a onipresença do plástico, especialmente em áreas periféricas da cidade, cuja ausência de serviços regulares de coleta de resíduos, desvelam o descaso das autoridades públicas em relação aos moradores dessas localidades.

CONCLUSÕES

Através da caminhada transversal e do uso da técnica foto-voz, os participantes puderam não apenas observar, mas também refletir criticamente sobre as condições de vida e os impactos ambientais no bairro Jardim Keralux, zona leste de São Paulo. O contato direto com a comunidade e o espaço urbano evidenciou como a degradação ambiental está intrinsecamente ligada às desigualdades sociais e históricas do território periférico, amplificando a compreensão dos alunos sobre os desafios enfrentados pelas populações já vulnerabilizadas por diversos marcadores de classe, gênero e raça. Nessa perspectiva, a fotografia pode ser aqui utilizada como um meio para conhecer práticas, impactos e ativos anteriormente invisíveis, permitindo envolver os participantes num diálogo crítico sobre problemas relativos aos plásticos, assim como à poluição, permitindo, por exemplo, refletir sobre a onipresença dos plásticos em nossa vida cotidiana e ainda as oportunidades ligadas à transição para uma cidade “livre de plástico”. Além disso, o exercício de registro e compartilhamento das percepções contribuiu para a construção coletiva do conhecimento, fortalecendo a importância de metodologias participativas no ensino e na pesquisa. Dessa forma, a experiência reforçou o papel da educação como ferramenta de sensibilização e mobilização, permitindo que os alunos desenvolvessem uma visão mais crítica e engajada sobre os problemas socioambientais. Ao final, a iniciativa não apenas enriqueceu o aprendizado acadêmico, mas também proporcionou um retorno significativo à comunidade local, promovendo o engajamento da população e a luta por justiça social e ambiental.

REFERÊNCIAS

- BAPTISTA, A. C. S., & de OLIVEIRA SANTOS, I. P. O racismo ambiental na metrópole paulistana: entre os becos e vielas de São Paulo. *Revista da Associação Brasileira de Pesquisadores/as Negros/as (ABPN)*, 14(Ed. Especial), 141-159, 2022.
- CLOVER, D. E. Successes and challenges of feminist arts-based participatory methodologies with homeless/street-involved women in Victoria. *Action Research*. 9 (1): 12-26, 2011.
- DURAN, B., & WALLERSTEIN, N. The conceptual, historical and practical roots of community based participatory research and related participatory traditions. In: *Community-based participatory research of health* (pp. 27-52), 2003.
- GONÇALVES DIAS, Sylmara L F; SATO, Danilo P; RODRIGUES, Letícia S. Caminhos para diálogos cartografados dos riscos socioambientais: um estudo do Jardim Keralux e da Vila Guaraciaba. Volume 1 (NOSS Vozes da Comunidade). Universidade de São Paulo. Escola de Artes, Ciências e Humanidades, 2023. Disponível em: www.livrosabertos.abcd.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/1128?gathStatIcon=true. Acesso em 11 fevereiro. 2024.
- JAEGER-ERBEN, M., BECKER, F. PRÜSE, B., MENDOZA, J. N., GUTBERLET, J. & RODRIGUES, E. Citizen Science. In: Philipp, T., & Schmohl, T. *Handbook Transdisciplinary Learning. Higher Education: University Teaching & Research*. Volume 6, pp. 41-51, 2023.

Agradecimento à CAPES pela bolsa professora visitante PrInt USP/CAPES (EDITAL Nº 08/2023) que propiciou a presença da Professora Jutta Gutbertet (UViC) no PPgSUS – EACH USP para o oferecimento da disciplina SUS5023 em dezembro de 2023.



The omnipresence of plastic in everyday life: a photovoice exercise in a peripheral community in São Paulo



Jutta Gutberlet*



Sylmara Lopes
Francelino
Gonçalves Dias**

Resumo: The photovoice exercise carried out by USP graduate students explored the omnipresence of plastic in a peripheral community in the municipality of São Paulo. The exercise was conducted in the context of a graduate course in which students visited the Jardim Keralux neighborhood, a place marked by soil contamination and high socioenvironmental vulnerability. The photovoice technique and a transect walk were used as the methodological approach, in which students recorded the impacts of plastic and interacted with the community. The learning was enriched by the students' direct contact with the reality of peripheral São Paulo and its residents, expanding their understanding of the challenges faced by populations living in a context made vulnerable by multiple intersections. The activity encouraged all participants to reflect on inequality, precarious urban planning, and socioenvironmental injustice.

The present article discusses a teaching experience using the photovoice methodological approach with students in a course of the Postgraduate Program in Sustainability of the Universidade de São Paulo (PPgSUS - EACH USP), offered by professors Jutta Gutberlet (University of Victoria, UVic) and Sylmara Gonçalves Dias (USP). Initially, we present the urban context and the socioenvironmental degradation that exists in peripheral territories, accompanied by a transect walk in search of evidence of plastic in the everyday life of a peripheral community of the municipality São Paulo.

The effects and impacts of plastics can be difficult to pinpoint, they are rather dispersed across the entire chain of production, consumption, and disposal. Although the problem of plastic pollution is currently on the public policy agenda, the associated social and environmental effects are still poorly understood. On the other hand, photovoice is a methodological approach that encompasses the active participation of students in practical experiences involved in a process of action-reflection-action. Here, students who participated in a transect walk

*Universidade de Victoria, Canadá. **Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo

Keywords: Participatory Action Research; Photovoice; Disposal; Plastics; São Paulo

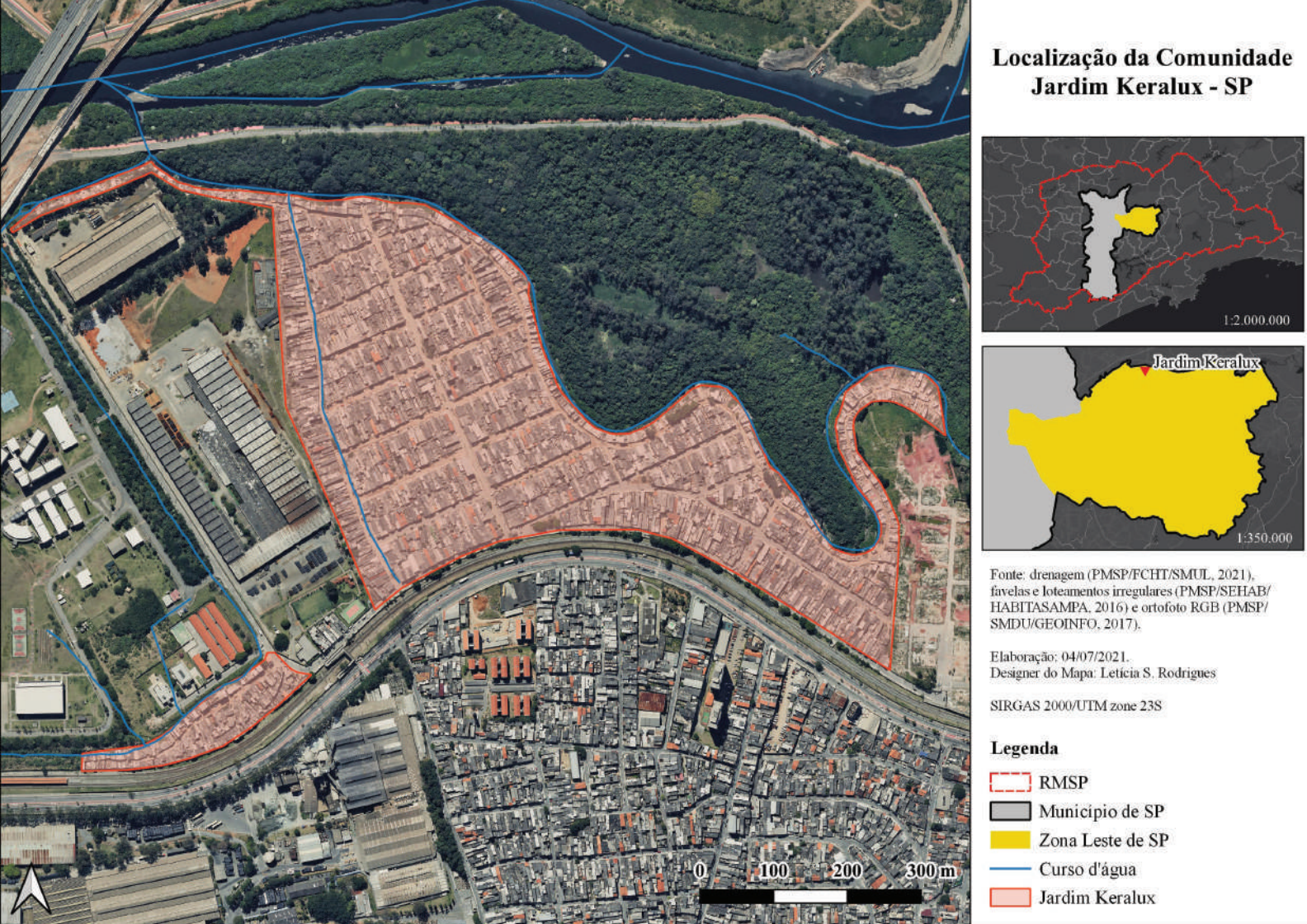


Figure 1. Location map: Jardim Keralux. Authorship: Leticia Stevanato Rodrigues

Study site

Approximately 8,000 people live in Jardim Keralux (Fig. 1). This neighborhood is heterogeneous in terms of precariousness and existence of infrastructure, basic sanitation, and health risks to residents. Some alleys are always flooded by heavy rains or overflowing rivers, with trash accumulation and no trees or green areas. For over 20 years, the community has been fighting for the regularization of their homes, for improvements in infrastructure and basic services, and for solutions to environmental problems. The occupation and disorderly growth of this neighborhood over the years have occurred without urban planning guidelines or basic infrastructure, similar to what happens in other peripheral areas in large cities in Brazil and other parts of the world. The neighborhood was built on illegal deposits of toxic substances (hexachlorocyclohexane, HCH), which originated from the company Keralux S.A. Revestimentos Cerâmicos, which declared bankruptcy in the 1970s. Adjacent to this area, the Bann Química industry contaminated the soil (cyclohexylamine, aniline, and acetones) and spilled untreated chemical waste into the streams of this region. These two cases of environmental crime are considered among the most serious in the city, with high risks to environmental and human health (Baptista; Oliveira Santos, 2022). These industries have left an environmental liability in the region, with highly contaminated soil and rivers since 1985, putting the local population at serious risk. In addition to these chemical impacts in the area, the community is located in areas at risk and susceptible to flooding, which are intensified during periods of greater rainfall and due to the lack of adequate urban infrastructure in the territory. Source: Gonçalves-Dias, Sato Rodrigues, 2023

carried out in Jardim Keralux present brief representative testimonies of their photovoice as an exercise for a course at PPgSUS - EACH USP. We concluded the exercise with a collective reflection on the methods used to sensitize and provoke the students in the course to understand the critical situation found today, here and there, across peripheral areas of cities.

PLASTIC IN THE EVERYDAY LIFE OF PERIPHERAL COMMUNITIES

The teaching experience took place in December 2023. We had the opportunity to offer a minicourse on participatory and action research methodologies and tools (Clover, 2011). We examined a series of philosophical-methodological paradigms and qualitative data collection techniques and carried out a field activity with the students, with a transect walk and field records, taking photographs and notes. We asked the students to capture images reporting the existence, persistence, use, impacts, and controversies of plastic in the lives of the population of Jardim Keralux. This neighborhood is located on the edge of the East Zone of São Paulo, next to USP – Leste Campus, near the Tietê River (a highly contaminated body of water), the Ayrton Senna Highway, and the CPTM metropolitan train line. In the past, Jardim Keralux was a site used for chemical industrial activities.

THE PHOTOVOICE EXERCISE IN JARDIM KERALUX

The photovoice technique is a participatory approach that combines photography and storytelling to explore and communicate the experiences and perspectives of groups or communities. It refers to a photographic technique in which participants capture everyday reality in the form of photographs, allowing access to the participants' perspective on the phenomenon being studied (Wang; Burris, 1997). In this approach, participants are the protagonists of data collection, who can apply a variety of tools, from the most traditional, such as interviews, questionnaires, and focus groups, to more creative and art-based forms, such as photovoice, participatory video, community theater, interactive mapping, etc. This methodological process has the potential to promote the construction of trusting relationships between the community and academia, that is, public engagement and participation in the creation of knowledge. Thus, scientific education, socialization, training, and raising awareness are often important results of research developed with a participatory lens (Jaeger-Erben et al., 2023).

The professors and the group of students in this course carried out a transect walk for approximately 3 hours through the streets of the Jardim Keralux neighborhood. Whenever possible, a dialogue was established with the local population, to learn about the living conditions and the local context through their testimonies. In this exercise, the focus of the photovoice was on critical observations about the incidence of plastic in that peripheral territory, in other words, the persistence, use, impacts of plastic, as well as its controversies in the daily lives of the population that resides there. Throughout the walk, and while interacting with the population, it was important to situate the students within contexts of vulnerability and resistance, enabling manifestations of reflections, emotions, questions, and empirical-theoretical-empirical perceptions (Duran; Wallerstein, 2003). The following photos and testimonies were selected from the collection built by the students.



Figure 2. Residential furniture that, over time, cannot escape becoming waste (that is not biodegradable). Author: Francine Cruz de Cerqueira Lima , December 19, 2023.





Figure 3. The colonization of plastic: "This photo depicts a piece of plastic bag that was waving like a flag, reminding us how plastic has colonized our lives and social habits, polluting all ecosystems on the planet". Author: Felipe Torres , December 19, 2023.



Figure 4. "The photo portrays the struggle of the Keralux community to have access to basic rights that are denied by the Government. It is a story of solitary and daily resistance". Author: Rodrigo Massao Kurita , December 19, 2023.



Figure 5. "The photo depicts the neglect towards the population of Keralux, with a contaminated river, that has sewage dumped there and that is trashed with plastics and other objects, among which the image draws attention to a plastic bottle for a cleaning product called Veja (meaning "see" in Portuguese)". Author: Fabio Luiz Cardozo , December 19, 2023.

After the walk, we returned to the classroom to briefly reflect on the experience and method. The technique allowed participants to capture images that represented their perspectives, their unique point of view, which were then shared with the group. During this exercise in the Jardim Keralux neighborhood, we saw a new perspective arise among the participants regarding the omnipresence of plastic, especially in peripheral areas of the city, where the lack of regular waste collection services reveals the neglect of public authorities towards the residents of these areas.

CONCLUSIONS

The transect walk and the photovoice technique allowed participants to not only observe, but also critically reflect on the living conditions and environmental impacts in the Jardim Keralux neighborhood, in eastern São Paulo. Direct contact with the community and the urban space highlighted how environmental degradation is intrinsically linked to the social and historical inequalities of the peripheral territory, broadening the students' understanding of the challenges faced by populations that are already vulnerable due to various markers of class, gender, and race. As such, photography can be used here as a means of understanding practices, impacts, and assets that were previously invisible, allowing participants to engage in a critical dialogue on issues related to plastics and pollution. For example, reflection on the omnipresence of plastics in our daily lives and the opportunities linked to the transition to a “plastic-free” city. Moreover, the exercise of recording and sharing perceptions contributed to the collective construction of knowledge, strengthening the importance of participatory methodologies in teaching and research. Thus, the experience reinforced the role of education as a tool for raising awareness and for mobilization, enabling students to develop a more critical and engaged view of socioenvironmental issues. In the end, the initiative not only enriched academic learning, but also provided a significant return to the local community, promoting public engagement and the fight for social and environmental justice.

REFERENCES

- BAPTISTA, A. C. S., & de OLIVEIRA SANTOS, I. P. O racismo ambiental na metrópole paulistana: entre os becos e vielas de São Paulo. *Revista da Associação Brasileira de Pesquisadores/as Negros/as (ABPN)*, 14(Ed. Especial), 141-159, 2022.
- CLOVER, D. E. Successes and challenges of feminist arts-based participatory methodologies with homeless/street-involved women in Victoria. *Action Research*. 9 (1): 12–26, 2011.
- DURAN, B., & WALLERSTEIN, N. The conceptual, historical and practical roots of community based participatory research and related participatory traditions. In: *Community-based participatory research of health* (pp. 27–52), 2003.
- GONÇALVES DIAS, Sylmara L F; SATO, Danilo P; RODRIGUES, Letícia S. Caminhos para diálogos cartografados dos riscos socioambientais: um estudo do Jardim Keralux e da Vila Guaraciaba. Volume 1 (NOSS Vozes da Comunidade). Universidade de São Paulo. Escola de Artes, Ciências e Humanidades, 2023. Available at: www.livrosabertos.abcd.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/book/1128?gathStatIcon=true. Accessed on: Feb 11, 2024.
- JAEGER-ERBEN, M., BECKER, F. PRÜSE, B., MENDOZA, J. N., GUTBERLET, J. & RODRIGUES, E. Citizen Science. In: Philipp, T., & Schmohl, T. *Handbook Transdisciplinary Learning. Higher Education: University Teaching & Research* Volume 6, pp. 41-51, 2023.

We are grateful to CAPES for the PrInt USP/CAPES visiting professor scholarship (Call No. 08/2023) that enabled the presence of Professor Jutta Gutbertet (UViC) at PPgSUS – EACH USP to offer the course SUS5023 in December 2023.



editores

PEDRO ROBERTO JACOBI

Professor Titular Senior do Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental da Universidade de São Paulo (PROCAM/IEE/USP). Coordenador do Grupo de Pesquisa Meio Ambiente e Sociedade do Instituto de Estudos Avançados da USP (IEA) e editor da Revista Ambiente e Sociedade. Presidente do Conselho do ICLEI – Governos Locais pela Sustentabilidade – América do Sul. Coordenador de sub-projeto de pesquisa no InCLINE.

LUCIANA TRAVASSOS

Professora adjunta da Universidade Federal do ABC (UFABC), no Bacharelado em Planejamento Territorial e na Pós-graduação em Planejamento e Gestão do Território. Pesquisadora do LaPlan. É arquiteta urbanista (FAU-USP) e doutora em Ciência Ambiental (PROCAM-USP).

PAULO DE ALMEIDA SINISGALLI

Professor Associado da Universidade de São Paulo. Graduado em Engenharia Civil e Sanitária pelo Instituto Mauá de Tecnologia, é mestre em Ciência Ambiental pelo PROCAM-USP, doutor em Economia Aplicada pela UNICAMP, pós-doutor pela Universidade de Wageningen e livre docente pela USP. Possui pós-graduação pela Universidade Técnica de Dresden - Alemanha. É docente nos programas de pós-graduação em Ciência Ambiental e Modelagem de Sistemas Complexos, na USP. Atua nas áreas de Economia Ecológica e Gestão de Recursos Hídricos.

SANDRA MOMM

Professora associada da Universidade Federal do ABC, no Programa de Mestrado e Doutorado em Planejamento e Gestão do Território e no Global SPRING Network, rede de parceiros do mestrado internacional. Atua no campo do planejamento territorial com interface com mudanças climáticas, recursos hídricos, áreas protegidas. Atualmente interessada em temas relacionados com teorias, sistemas e práticas de planejamento, gênero e planejamento, transições e soluções baseadas na natureza e análises comparativas. É arquiteta urbanista (UFSC), mestre em Eng. Ambiental (FURB), doutora pelo PROCAM-USP e pós-doutora pela Technical University of Dortmund - Alemanha (2019).

SILVANA ZIONI

Professora Associada no Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal do ABC (UFABC), atua nos Bacharelados de Ciências e Humanidades e de Planejamento Territorial e, também, no programa de Pós-Graduação em Planejamento e Gestão do Território. Possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de São Paulo (USP), Mestrado em Estruturas Espaciais Urbanas (USP) e Doutorado em Planejamento Urbano e Regional pela Universidade de São Paulo (USP). Foi também professora da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie. Tem experiência na área de Urbanismo, Planejamento Territorial, Regional e Urbano, Gestão Urbana e Ambiental, Transporte e Mobilidade Urbana.

ANDRÉ PASTI

Professor de Planejamento Territorial e Ciências Humanas na UFABC. Doutor em Geografia Humana pela USP, geógrafo e mestre em Geografia pela Unicamp. Integrante do Intervozes. Participa da Rede Latino-Americana de Estudos sobre Vigilância, Tecnologia e Sociedade (Lavits). Lidera o TERRITORIAL – Grupo de Pesquisa Território Praticado, Conjuntura e Tecnopolítica na América Latina. É pesquisador associado do CEFVELA - Centro de Estudos da Favela.

editores assistentes

IGOR MATHEUS SANTANA-CHAVES

É Arquiteto e Urbanista, Mestre e Doutorando em Planejamento e Gestão do Território pela UFABC. É pesquisador do Laboratório de Planejamento Territorial (LabPlan). Foi pesquisador do temático MacroAmb (FAPESP), Pesquisador Colaborador do Projeto GovernÁgua - SARAS Institute - Inter-American Institute for Global Change Research.

HUGO DA SILVA CARLOS

Bibliotecário e coordenador do Sistema de Bibliotecas da UFABC. Atua com desenvolvimento de coleções, serviço de referência e formação de usuários. Possui experiência na gestão de iniciativas de comunicação acadêmica, como Repositórios acadêmicos e coordena o Portal de Periódicos da UFABC..

LYVIA CIRQUEIRA

Mestranda em Planejamento e Gestão do Território (PGT) na UFABC, com financiamento da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior do Ministério da Educação - CAPES, graduada em Engenharia Ambiental e Urbana pela mesma universidade. Compõe o grupo de pesquisa que avalia os Impactos da COVID19 nos modos de vida, mobilidade e acessibilidade dos grupos marginalizados (ICOLMA) no âmbito do PGT/UFABC, em parceria com os departamentos de planejamento territorial das Universidades de Cape Town, na África do Sul e Universidade de TU Dortmund, na Alemanha.

NATÁLIA TEIXEIRA NEVES

Graduanda em Ciências Biológicas e Ciência e Tecnologia pela UFABC. Realiza iniciação científica com macroalgas: catalogação e identificação de espécies do litoral de São Paulo. É integrante do Movimento de Mulheres Olga Benário da UFABC.

MARCELO AVERSA

Desenvolve pesquisas em análise de políticas ambientais e de saneamento básico, dentro da área de planejamento urbano regional e de políticas públicas, com foco nos processos de macrometropolização da água, pelas perspectivas teóricas do Institucionalismo Histórico, da Ecologia Política e da Análise Crítico Discursiva Foucaultiana. É pós-doutorando do Programa de Ciências Ambientais do Instituto de Energia e Meio Ambiente da Universidade de São Paulo. É formado em direito pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, especialista em Direito Constitucional pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas, mestre e doutor em Planejamento e Gestão do Território pela Universidade Federal do ABC.

BEATRIZ MILZ

É pesquisadora de pós-doutorado na Universidade Federal do ABC (UFABC), Brasil. Realizou a graduação em Gestão Ambiental na Universidade de São Paulo (SP) (2015), mestrado em Análise Ambiental Integrada na Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP)/ Diadema (2018), e Doutorado em Ciência Ambiental na USP (2024). É natural de Diadema-SP. Atualmente faz parte do projeto de pesquisa "ICOLMA": Impacto da COVID-19 no modo de vida, mobilidade e acessibilidade dos grupos marginalizados, que inclui pesquisadoras do Brasil, Alemanha e África do Sul, e tem o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

QUEM FEZ ESSA EDIÇÃO?

VALERIANA AUGUSTA BROETTO

Advogada pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), com mestrado em Direito Ambiental pela Universidade de São Paulo (USP) e especialização na mesma área pelo Instituto O Direito por um Planeta Verde. Doutoranda em Ciência Ambiental pelo Instituto de Energia e Ambiente da USP e pesquisadora da Rede Sul-Americana para as Migrações Ambientais (RESAMA).

ISABELA MORAIS RODRIGUES

Isabela Moraes Rodrigues - Discente de Relações Internacionais e Ciência e Humanidades, pesquisadora voluntária da OPEB no grupo temático de Migrações. É integrante da Enactus, entidade de empreendedorismo social da UFABC.

diagramação

MARINA RAGO MOREIRA

Arquiteta Urbanista pela Universidade de São Paulo (USP) e mestra em Planejamento e Gestão do Território pela Universidade Federal do ABC (UFABC). Faz parte do grupo de pesquisa Ecologia Política, Planejamento e Território (eco.t) e do Laboratório Justiça Territorial (LabJuta).

editores convidados

SYLMARA LOPES FRANCELINO GONÇALVES DIAS

Professora do Curso de Bacharelado em Gestão de Políticas Públicas, do Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental (PROCAM) e do Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade (PPGs) da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH-USP). Livre-docente na área de Ciência Ambiental pela EACH-USP, é doutora em Administração pela Fundação Getúlio Vargas (FGV-SP) e em Ciência Ambiental pela Universidade de São Paulo (USP), mestre em Administração também pela USP, bacharel em Administração pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais e bacharel em Pedagogia pelo Instituto de Educação de Minas Gerais. Lidera o Núcleo de Pesquisa em Organizações, Sociedade e Sustentabilidade (NOSS), foi presidente da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade (ANPPAS) e presidente da Comissão de Pesquisa e Inovação (CPQI) da EACH-USP. Desde 2023, é membro titular do Comitê Assessor (CA) do Órgão Gestor da Política Nacional de Educação Ambiental (OG/PNEA), composto pelos ministérios da Educação (MEC) e do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA); do comitê de especialistas das negociações do Ministério de Relações Exteriores sobre o acordo internacional de poluição por plásticos; e do Comitê de Especialistas da Rede Oceano Sem Plástico, no âmbito do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e de sua Política de Gestão em Rede.

ISABELA RIBEIRO BORGES DE CARVALHO

Doutoranda em Ciência Ambiental pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (PROCAM-IEE/USP) e pesquisadora visitante no Environmental Regulatory Research Group (ERRG) da University of Surrey, Reino Unido (2025–2027). Integra o Núcleo de Pesquisa em Organizações, Sociedade e Sustentabilidade (NOSS/USP), onde desenvolve pesquisas sobre governança ambiental e políticas públicas voltadas à poluição por plásticos, resíduos no mar e gestão de resíduos sólidos. Idealizou e ministrou, ao lado de Sylmara Gonçalves Dias, Felipe Torres e Isabella Vallin, as duas edições do curso de extensão “A crise dos plásticos: da informação à ação”. Possui graduação em Oceanologia e mestrado em Gerenciamento Costeiro pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG). Tem interesse especial em divulgação científica, advocacy e na interface entre ciência e políticas públicas ambientais.

ISABELLA DE CARVALHO VALLIN

Doutoranda e mestra em Ciência Ambiental pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (PROCAM-IEE/USP). Integra o Núcleo de Pesquisa em Organizações, Sociedade e Sustentabilidade (NOSS/USP), onde desenvolve pesquisas e projetos sobre gestão dos plásticos e seus impactos socioambientais, justiça climática e inclusão social de catadoras e catadores de materiais recicláveis. Também faz parte do grupo Community Based Research Laboratory (CBRL) da University of Victoria, em que desenvolve pesquisa e projetos a partir de metodologias participativas. Idealizou e ministrou as duas edições do curso de extensão “A crise dos plásticos: da informação à ação”. Possui graduação em Gestão Ambiental pela Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo. Tem interesse especial em divulgação científica, educação popular e na interface entre mudanças climáticas e gestão de resíduos sólidos com a participação de catadoras e catadores.

CARLA I. ELLIFF

Oceanógrafa (Centro Universitário São Judas Tadeu - Campus Unimonte), mestre e doutora em geologia (Universidade Federal da Bahia), e possui ampla experiência em conservação marinha. Possui pós-doutorado pelo Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, onde se dedicou a projetos na interface

ciência-política na temática de poluição por lixo no mar. Atua também na área de divulgação científica, por meio da plataforma Bate-Papo com Netuno.

FELIPE RODRIGUEZ TORRES

Especialista em prevenção de resíduos. Atualmente é pós-doutorando no programa de Sustentabilidade da Escola de Artes, Ciências e Humanidades EACH/USP. Possui doutorado em Ciências Ambientais pela EACH/USP, mestrado em Engenharia Mecânica pela UNICAMP e graduação em Engenharia Mecânica pela Universidade Nacional da Colômbia, UNAL. Ao mesmo tempo, trabalha na promoção de alternativas Resíduo Zero. Desempenhando-se como Assessor de Programas e Projetos para América Latina na Aliança Global de Alternativas à Incineração, GAIA, e no Movimento Global Break Free From Plastic, BFFP, que luta contra a poluição por plásticos.

autores

ÍTALO BRAGA DE CASTRO

Doutor em Oceanografia pela Universidade Federal do Rio Grande e Professor associado do Instituto do Mar da Universidade Federal de São Paulo. Atua na avaliação de impactos ambientais da contaminação marinha e no estudo de aspectos socioambientais relacionados a resíduos sólidos. Mantém, instituições de governança incluindo o parlamento Brasileiro (Câmara dos Deputados e Senado), Ministério do Meio Ambiente, Prefeituras de municípios do estado de São Paulo e Sociedade civil organizada. Na perspectiva acadêmica orienta processos formativos em cursos de graduação, mestrado e doutorado, em temas ligados à contaminação e poluição, química ambiental e ecotoxicologia.

IRAN MAGNO

Engenheiro Florestal pela Universidade de Brasília, com pós-graduação em comunicação e marketing. Atua na área ambiental desde 2008, desenvolvendo campanhas em defesa da natureza. Já participou de iniciativas sobre clima, mobilidade urbana, produção sustentável de alimentos e preservação da Amazônia. Desde 2022 na Oceana, hoje se dedica à proteção dos mares contra a poluição plástica.

JEMILLI VIAGGI

Bióloga marinha e doutora em Ecologia pela UFRJ, com ampla experiência em políticas públicas e estratégias de conservação marinha. Integrante da Secretaria Executiva da Liga das Mulheres pelo Oceano, liderou iniciativas como a Estratégia Nacional Oceano Sem Plástico e a Rede Oceano Limpo RJ. Sub-Coordenadora do O20-G20, contribuiu para diretrizes globais em sustentabilidade oceânica.

JOÃO MALAVOLTA

Jornalista e designer, graduado em Geografia e técnico em Meio Ambiente, com mais de 25 anos de experiência na área socioambiental. Atua como palestrante e consultor em sustentabilidade no terceiro setor, poder público e iniciativa privada, com foco na gestão de projetos e eventos voltados à educação ambiental, redes de aprendizagem, advocacy, comunicação de impacto, agendas e programas internacionais do sistema ONU e ESG. É cofundador do Instituto Ecosurf, uma das principais organizações brasileiras de engajamento social para a prevenção do lixo no mar e a proteção das zonas costeiras e marinhas.

JULIA CATÃO

Advogada e Cientista Social. É mestrande em Direitos Humanos pela Universidade de São Paulo (USP). Tem experiência em temas relacionados a direitos humanos e socioambientais. No Idec, é coordenadora do programa de Consumo Responsável e Sustentável, atuando por

modelos de produção e consumo em que a justiça social caminhe junto com a proteção da natureza.

PAULA JOHNS

Cofundadora e diretora executiva da ACT Promoção da Saúde. Socióloga e mestre em estudos de desenvolvimento internacional pela Universidade de Roskilde, Dinamarca. Atua no terceiro setor desde 1998, coordenando projetos voltados à promoção dos direitos humanos, da equidade de gênero, da preservação do meio ambiente e da saúde pública.

TAINÁ ÂNGELA VEDOVELLO BIMBATI

Engenheira Ambiental, mestra em Engenharia Civil (FECFAU/UNICAMP) e doutoranda em Ciência Ambiental pelo Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (IEE-USP). Membro do Núcleo de Pesquisa em Organizações, Sociedade e Sustentabilidade (NOSS). Atua com pesquisa nas áreas de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, reciclabilidade de plásticos, catadores e justiça ambiental.

FÁBIO LUIZ CARDOZO

Historiador e mestre em Sustentabilidade pela Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH-USP), atua há mais de 20 anos com formação e assessoramento técnico para implantação de programas socioambientais. Membro do Núcleo de Pesquisa em Organizações, Sociedade e Sustentabilidade (NOSS), do conselho consultivo da Unicata (Universidade para e com Catadores) e educador.

LAURA DEVELEY

Laura Deveyley é bióloga formada pela USP Ribeirão Preto. Atualmente é mestrande no PPG ICTMar da UNIFESP, estudando as percepções dos atores do Nós da Ação para construção de um mecanismo de Pagamento por Serviço Ambiental. Email: laura.deveyley@unifesp.br

NICOLE R. GUERRATO

Nicole Guerrato é Mestra em Ciências e Tecnologia do Mar pela UNIFESP e Bióloga Marinha formada pela UNESP. Durante sua pesquisa dedicou-se a pesquisar o impacto do lixo no mar na pesca artesanal. Atualmente integra o grupo de pesquisa do Instituto Nacional de Ciências e Tecnologia, focado em políticas públicas voltadas para a conservação.

LEANDRA R. GONÇALVES

Leandra Gonçalves: Bióloga e professora no Instituto do Mar da UNIFESP, possui doutorado e pós-doutorado em Relações Internacionais e Oceanografia, respectivamente, na Universidade de São Paulo (USP). Atua, há mais de 15 anos com pesquisa em gestão e governança costeira e marinha e questões de gênero no oceano. Contribui para a Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos, para o World Ocean Assessment e é cofundadora da Liga das Mulheres pelo Oceano.

GERSON FERNANDINO

Gerson Fernandino é oceanógrafo, mestre e doutor em Geologia, e trabalha com o tema “lixo no mar” desde 2009. Atualmente, é professor da Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Campus Litoral e tem dedicado suas pesquisas recentes na relação entre poluição e novas formas rochosas.

JUTTA GUTBERLET

Professora titular do Departamento de Geografia da Universidade de Victoria, Canadá. Em 2003 fundou o Laboratório de Pesquisa Comunitária (www.cbri.uvic.ca). Sua pesquisa envolve temas relacionados a resíduos sólidos e a organização dos catadores, no contexto de sustentabilidade, mobilização social e governança.

Sua abordagem na pesquisa é participativa e de ação. Ensina metodologias qualitativas, desenvolvimento urbano, geografia do consumo e descarte, entre outros. Há publicado inúmeros artigos acadêmicos, livros e capítulos assim como produtos para a disseminação não acadêmica (www.JuttaGutberlet.com).

MARCELO ALVES DE SOUZA

Professor Adjunto do Departamento Engenharia de Produção da UFMG; Pesquisadora associada Núcleo Alternativas de Produção UFMG

JULIANA TEIXEIRA GONÇALVES

Juliana Gonçalves é bacharel em Ciências Socioambientais pela UFMG, Mestre em Engenharia de Produção pela mesma instituição e Doutora em Engenharia de Produção, com ênfase em Estudos Sociais do Trabalho, Tecnologia e Expertise, na Escola de Engenharia da UFMG. Possui vasta experiência na implantação de sistemas de coleta seletiva, no desenvolvimento de ecossistemas cooperativos e em estudos de antropologia urbana e economia popular. Nos últimos anos, ela tem articulado estudos acadêmicos com intervenções práticas voltadas para a inclusão de catadores autônomos em sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos, promovendo a integração com cooperativas e associações.

THAIS MAUAD

Professora Associada do Departamento de Patologia, Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

REGIANI CARVALHO OLIVEIRA

Bióloga e Pesquisadora da Faculdade de Medicina da USP
Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Mackenzie (1990), Doutora em Ciências em Fisiopatologia Experimental pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (2006). Atualmente é pesquisadora da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Foco de pesquisa em saúde ambiental, poluição do ar e microplásticos.

LUÍS FERNANDO AMATO LOURENÇO

Luis Fernando Amato-Lourenço é um engenheiro ambiental e doutor em ciências pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP), com foco em poluição atmosférica, microplásticos e seus impactos nos ecossistemas urbanos e na saúde humana. Atualmente, realiza pesquisa de pós-doutorado na Freie Universität Berlin como bolsista da Fundação Alexander von Humboldt.

ROSALIND MALCOLM

Rosalind Malcolm is Professor of Environmental Law in the Surrey Law School at the University of Surrey, UK and a barrister who specialises in how law can be used to protect the environment. She looks at whole governance frameworks for environmental law including legislation, policy, implementation, enforcement, and compliance. She brings governance skills to multidisciplinary teamwork with social and natural scientists and engineers seeking to meet the challenge of living well within planetary boundaries.

MATTHEW PEACOCK

Having worked for 14 years as a Research Fellow on a range of projects at the University of Surrey from a psychological perspective, Matthew Peacock now specialises in improving plastic governance to build a circular economy. He is a Sustainability Fellow at Surrey's Institute for Sustainability and co-leads the Plastics in the Circular Economy Research Programme. Current areas of focus include disrupting usage of single-use plastic, expanding the sustainability debate beyond recycling and integrating the views of marginalised groups into the UN Global Plastics Treaty.

SAM WINTON

Sam Winton is a postgraduate researcher jointly based at the Universities of Portsmouth and Surrey, currently undertaking doctoral studies titled 'To what extent has the structure and implementation of the INC process facilitated the development of an effective Global Plastics Treaty?'. Sam has engaged extensively with the Global Plastics Treaty process, working with the Global Plastic Policy Centre at University of Portsmouth to produce policy briefs and reports, and attending the negotiations as an accredited observer.

DANIELA DURAN GONZALEZ

Daniela Duran is a Senior Legal Campaigner at the Center for International Environmental Law (CIEL), specializing in the plastics treaty negotiations. She has extensive experience in international and national plastic pollution policy, focusing on the regulation of global plastic production and its climate, toxicity, and economic implications. With expertise in legal frameworks, policy analysis, and research, she works to strengthen international efforts to curb plastic production and its systemic links to fossil fuels. Daniela holds a bachelor's degree in Sociology and an MSc in Environment & Development from LSE.

NATHALIA SILVA DE SOUZA LIMA CANO

Nathalia Silva de Souza Lima Cano is a PhD student at the University of Pittsburgh with a Fulbright-Capes scholarship doing research on sustainable healthcare. She has done research on Plastics recycling chains and the Informal Recycling Sector in the past. She collaborated on several research projects, including Unicamp, USP, UFES, University of Leeds, Rush Medical College, Cleveland Clinic, UPMC.

MELISSA MARIE BILEC

Dr. Melissa Bilec is a prominent voice in sustainable engineering, climate change solutions, and environmental justice. She is George M. and Eva M. Bevier Professor in Civil and Environmental Engineering, and co-directs the Mascaro Center for Sustainable Innovation, a center advancing sustainable research and education at the University of Pittsburgh. She serves as the Special Assistant to the Provost for Sustainability.

REALIZAÇÃO

