

ReciclAmar: Economia Circular e Reciclagem Criativa de Resíduos Plásticos

ReciclAmar: Circular Economy and Creative Recycling
of Plastic Waste

ReciclAmar: Economía Circular y Reciclaje Creativo
de Residuos Plásticos

Jully Kalyanny Silva Santos

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio
Grande do Norte
Jullykalyanny88@gmail.com

Elaine Denise Bandeira

UFRN – Programa desenvolvimento em Meio Ambiente
(PRODEMA)
elainedebandeira@gmail.com

Thalia Maria de Sousa Soares

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio
Grande do Norte
thaliabiop2@gmail.com

Sheyla Varela Lucena

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio
Grande do Norte
sheylavlucena@gmail.com

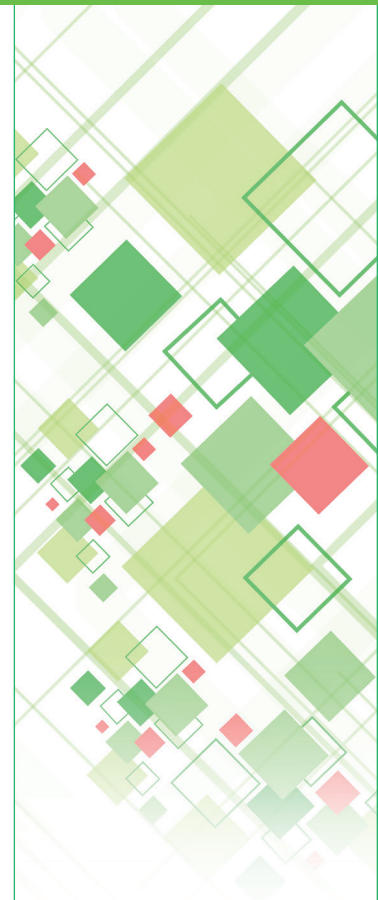
RESUMO

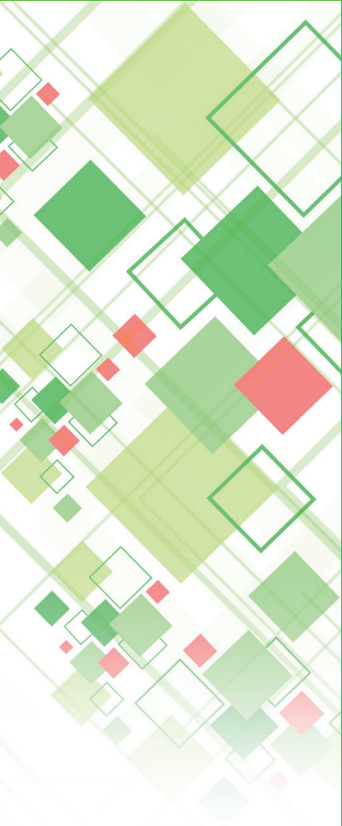
As ações do Projeto de extensão ReciclAmar integram a fabricação de produtos a partir de plásticos reciclados, a pesquisa acadêmica e a educação ambiental sobre a problemática e o processo de reciclagem, inspiradas no projeto *Precious Plastic*. Aplicamos economia circular ao processamento criativo de PEAD/PP em contexto costeiro, com fluxo de triagem por polímero, lavagem com reúso de água, secagem, trituração e conformação por injeção/prensagem, resultando em produtos de maior valor agregado (placas, utilidades, itens educativos/decorativos) e efeito pedagógico. A padronização do insumo (identificação, limpeza, segregação, rotulagem) elevou a estabilidade do processo e reduziu refugo/rebarbas, embora persistam gargalos de infraestrutura, heterogeneidade da matéria-prima e falhas de identificação do polímero. O modelo mostrou-se acessível e replicável, com potencial de geração de renda local ao longo da cadeia coleta-reciclagem-transformação; recomenda-se que empresas de embalagens plásticas padronizem e marquem seus produtos (polímero e componentes) para facilitar triagem, rastreabilidade e reciclabilidade.

Palavras-chave: Economia circular; *Precious Plastic*; Reciclagem de plásticos; Logística reversa.

ABSTRACT

The activities of the ReciclAmar extension project include the manufacture of products from recycled plastics, academic research, and environmental education on the issues and process of recycling, inspired by the *Precious Plastic* project. We apply circular economy to the creative processing of HDPE/PP in a coastal context, with polymer sorting, washing with water reuse, drying, shredding, and injection/press molding, resulting in products with higher added value (plates, utilities, educational/decorative items) and educational impact. Standardization of inputs (identification, cleaning, segregation, labeling) increased process stability and reduced waste/burrs, although infrastructure bottlenecks, raw material heterogeneity, and polymer identification failures persist. The model pro-





ved to be accessible and replicable, with the potential to generate local income throughout the collection–recycling–processing chain. It is recommended that plastic packaging companies standardize and label their products (polymer and components) to facilitate sorting, traceability, and recyclability.

Keywords: Circular economy; *Precious Plastic*; Plastic recycling; Reverse logistics.

RESUMEN

Las acciones del Proyecto de Extensión ReciclAmar integran la fabricación de productos a partir de plásticos reciclados, la investigación académica y la educación ambiental sobre el problema y el proceso del reciclaje, inspirados en el proyecto Precious Plastic (Plástico Precioso). Aplicamos la economía circular al procesamiento creativo de HDPE/PP en un contexto costero, con un flujo de clasificación por polímero, lavado con reutilización de agua, secado, triturado y moldeado por inyección/prensado, lo que resulta en productos con mayor valor añadido (platos, utilitarios, artículos educativos/decorativos) y un efecto pedagógico. La estandarización de los insumos (identificación, limpieza, segregación, etiquetado) aumentó la estabilidad del proceso y redujo los desperdicios/rebasas, aunque persisten cuellos de botella en la infraestructura, la heterogeneidad de la materia prima y las fallas en la identificación de polímeros. El modelo demostró ser accesible y replicable, con el potencial de generar ingresos locales a lo largo de la cadena de recolección-reciclaje-transformación. Se recomienda que las empresas de envases de plástico estandaricen y marquen sus productos (polímeros y componentes) para facilitar la clasificación, la trazabilidad y la reciclabilidad.

Palabras clave: Economía circular; Precious Plastic; Reciclaje de plástico; Logística inversa;

1 INTRODUÇÃO

Desde sua descoberta, o plástico proporcionou inúmeras possibilidades para a sociedade. Entretanto, a partir do século XX, a produção mundial de resíduos plásticos cresceu drasticamente, resultando em grande volume de descarte pós-consumo (Andrady; McNeal, 2009; Geyer; Jambeck; Law, 2017). O descarte inadequado em ambientes naturais agrava os riscos para a vida aquática, os ecossistemas e a saúde humana, pois a degradação lenta dos polímeros e a formação de micro e nanoplásticos mantêm a carga poluente em circulação por décadas, estimativas apontam centenas de trilhões de partículas plásticas nos oceanos (Mauad; Oliveira; Lourenço, 2025; Eriksen *et al.*, 2023).

No Brasil, a gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU) evidencia a necessidade de soluções sistêmicas. O país figura entre os maiores geradores de resíduos plásticos e recicla aproximadamente 8,3% de sua produção total, quadro associado à heterogeneidade tipológica dos plásticos, às assimetrias regionais e a gargalos de infraestrutura e governança (Mauad; Oliveira; Lourenço, 2025; Pimenta *et al.*, 2025). A destinação adequada e o gerenciamento desses resíduos, portanto, tornam-se processos complexos e multissetoriais (Pimenta *et al.*, 2025).

Nesse cenário, a Política Nacional de Resíduos Sólidos instituída pela Lei nº 12.305/2010 (BRASIL, 2010a) e seu regula-

mento pelo Decreto nº 7.404/2010 (BRASIL, 2010b) estabelecem diretrizes de responsabilidade compartilhada e logística reversa, associadas à inclusão socioprodutiva por meio de cooperativas e associações de catadores. A literatura aponta que a persistência do problema está vinculada ao modelo econômico linear, estruturado na lógica extrair-produzir-descartar, que intensifica o uso de recursos e a geração de resíduos, impactando negativamente a biodiversidade (Arruda *et al.*, 2021).

Dito isso, existe uma urgência de transição nesse modelo que alimenta o comportamento de descarte pós-consumo, devido à poluição nos ecossistemas aquáticos, onde milhões de toneladas de plásticos são lançadas anualmente nos rios e seguem para o mar, afetando diretamente a biota por ingestão e emalhe, com desfechos como obstruções do trato digestivo, desnutrição e mortalidade (Meijer *et al.*, 2021; Roman *et al.*, 2021).

Nesse contexto, iniciativas de economia circular que reintroduzem resíduos no ciclo produtivo e articulam educação ambiental e governança local ganham relevância. Modelos abertos como o *Precious Plastic* mostram como redes cidadãos podem estruturar espaços comunitários de reciclagem, integrando coleta, triagem e transformação de plásticos em novos produtos, com potencial de impacto socioambiental e engajamento territorial (Spek-

kink; Rödl; Charter, 2022). É nesse horizonte que se insere o ReciclAmar: alinhado à PNRS e à Agenda 2030 (ODS 8, 10, 11 e 12), o projeto foi iniciado visando transformar resíduos plásticos em itens de maior va-

lor agregado em comunidades litorâneas, operando com logística reversa e ações de educação ambiental voltadas ao turismo responsável.

2 METODOLOGIA

As ações do projeto ReciclAmar integram a fabricação de produtos a partir de plásticos reciclados, a realização de pesquisa acadêmica e a promoção de atividades de educação ambiental, com foco na problemática e no processo de reciclagem do plástico, inspiradas no projeto *Precious Plastic* (Spekkink; Rödl; Charter, 2022).

As principais etapas da reciclagem mecânica do plástico incluem separação, lavagem, secagem, trituração e derretimento para os processos por injeção e uso

de uma prensa quente (Chow, 2022). Com base nessas etapas, o projeto adotou o fluxo operacional descrito a seguir.

A Figura 1 ilustra as etapas do ciclo de reciclagem do plástico, que incluem: entrada dos resíduos plásticos pós-consumo, separação, lavagem, secagem, trituração, processamento por injeção ou pressão com altas temperatura, confecção de produtos de maior valor agregado, distribuição e reciclagem.

Figura 1 – Ciclo de produção dos produtos plásticos reciclados do projeto ReciclAmar

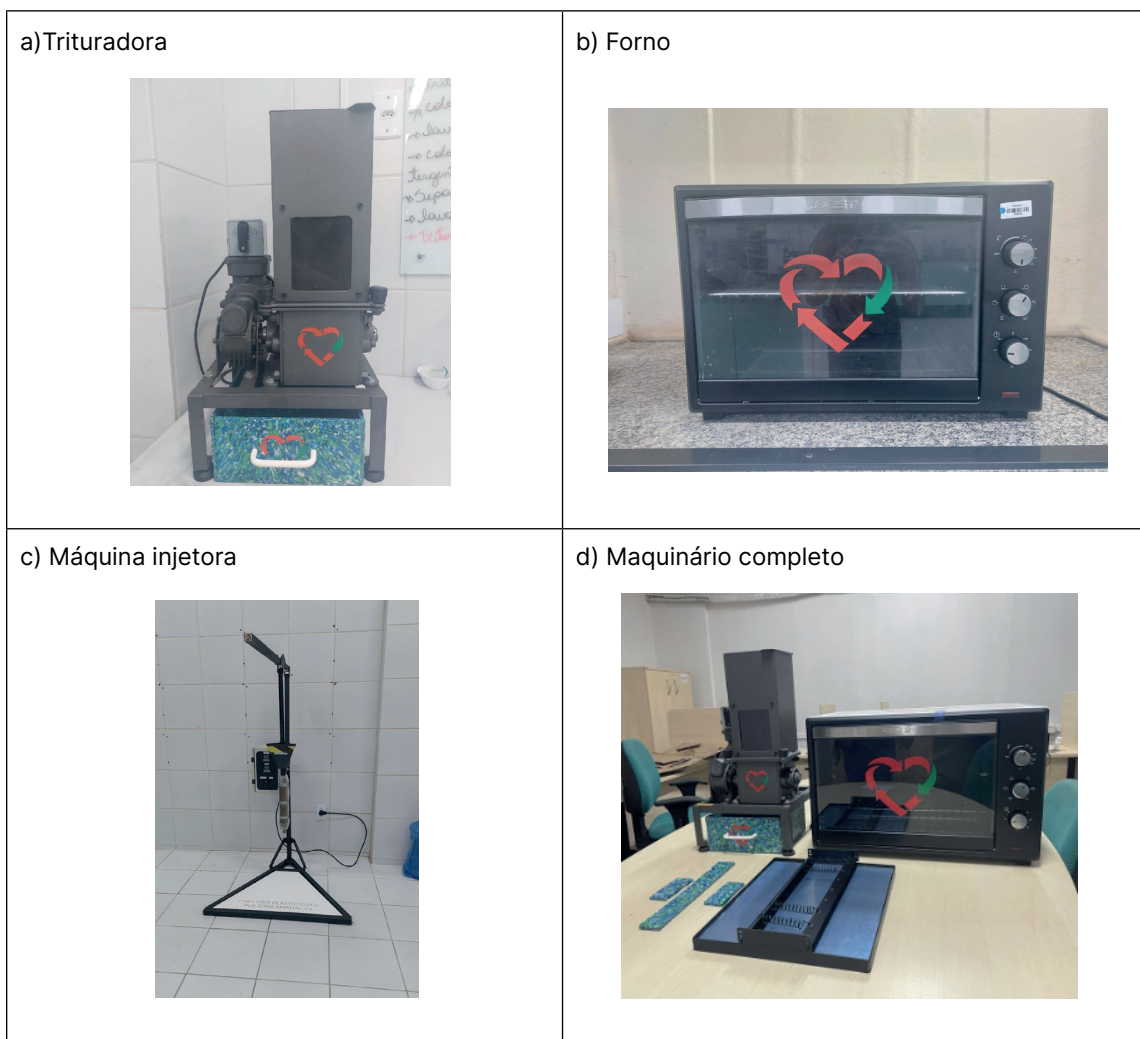


Fonte: elaboração própria (2022).

Essas etapas foram realizadas utilizando o maquinário desenvolvido pela *Precious Plastic* Cotia/SP, conforme mostra a Figura 2. Este inclui a trituradora, o forno adaptado para atuar como uma prensa quente e uma máquina injetora, produzi-

das para reciclagem de termoplásticos em pequena escala, pensado para a demanda do laboratório desse projeto de extensão.

Figura 2 – Máquinas adaptadas utilizadas na reciclagem dos resíduos plásticos pós-consumo no laboratório do ReciclAmar



Fonte: acervo ReciclAmar (2022).

No processo de reciclagem, foram utilizados dois tipos de plásticos entre os sete termoplásticos mais comuns: o Polietileno de Alta Densidade (PEAD, tipo 2), usado em embalagens de cosméticos, frascos de produtos químicos e de limpeza, e tubos de líquidos e gases; e o Polipropileno (PP, tipo 5), encontrado em embalagens para massas e biscoitos, potes de margarina, fibras e fios têxteis, utilidades domésticas e peças automotivas.

Na etapa de separação, os resíduos plásticos foram classificados pela origem da matéria-prima e pelo nível de limpeza; a lavagem ocorreu com adição de aditivos conforme o grau de contaminação, seguida da secagem para eliminação da umidade residual. Na trituração, os plásticos foram fragmentados em partes menores (*flakes*), de acordo com o tipo de plástico (PEAD ou PP) e armazenados em caixas plásticas separadas por tipo e cores. O processo de trituração seguido de prensagem a quente

no forno foi utilizado para desenvolver placas de “madeira plástica”.

Para o derretimento desses materiais, foi utilizado o forno elétrico adaptado a 250 °C, com placas de 30 × 40 cm e 5 mm, posteriormente utilizadas na confecção de bancos, mobílias, tamboretas, quadros, prateleiras, relógios de parede e brinquedos educativos. Já na injeção, os *flakes* foram processados também na máquina injetora para fabricar peças tridimensionais, utilizando moldes confeccionados pela *Precious Plastic Cotia*, com produção de chaveiros, piões, mosquetões e porta-copos (redondos e hexagonais).

Além disso, o projeto proporcionou novas oportunidades de conhecimento, possibilitando modelos de negócios que fortalecem a gestão local e nacional, tanto para comunidades quanto para empresas locais, garantindo a inclusão social e a conservação do bioma costeiro.

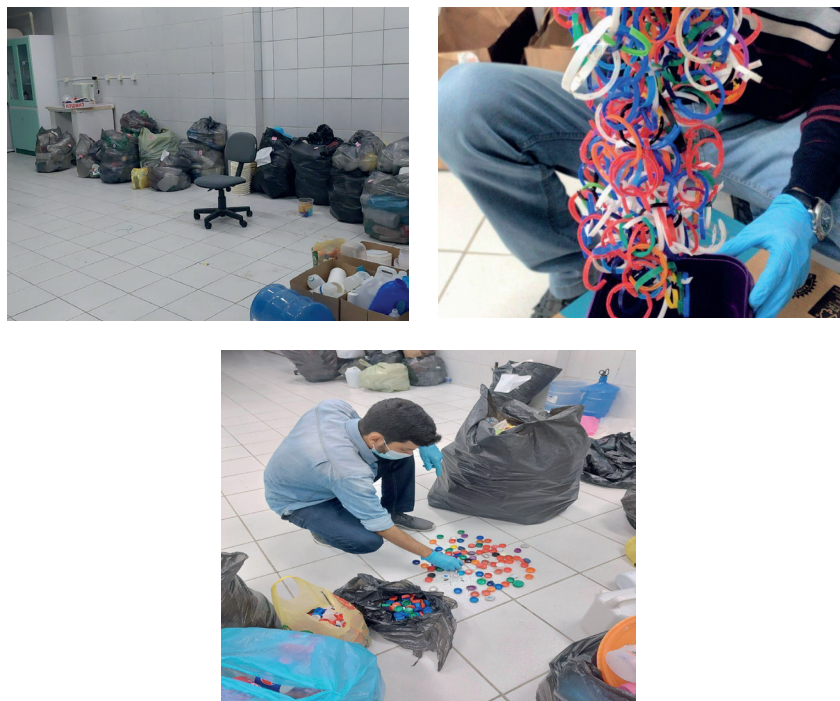
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 AQUISIÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA

A matéria-prima utilizada nas etapas de reciclagem foi inicialmente coletada durante a gincana da Semana do Meio Ambiente de 2022 no IFRN, que resultou na arrecadação de aproximadamente 50 kg (3.390 itens) de plásticos arrecadados (Santos *et al.*, 2022). Na sequência, a captação continuou por meio de uma campanha perma-

nente conduzida pelos bolsistas do projeto e pela comunidade acadêmica, articulada a ações de educação ambiental realizadas na instituição (Figura 3). Esse fluxo contínuo de doações por parte da comunidade ampliou a disponibilidade de insumos e sustentou a produção de itens de maior valor agregado ao longo do período analisado.

Figura 3 – Resíduos plásticos arrecadados na Gincana do Meio Ambiente no IFRN/CNAT em 2022



Fonte: acervo Reciclar (2022).

3.2 ETAPA DE SEPARAÇÃO

Os resíduos plásticos foram separados manualmente, priorizando duas classificações entre os sete códigos de termoplásticos: PEAD (tipo 2) e PP (tipo 5). A identificação correta do símbolo do material é uma parte essencial do processo de reciclagem, pois facilita o fluxo da cadeia diante da alta rotatividade dessas embalagens (Coltro *et al.*, 2008). Por isso, é importante que a limpeza, separação e a rotulagem sejam padronizadas e feitas com cuidado. Esses passos são essenciais para garantir uma reciclagem eficiente e de alta qualidade (Coltro *et al.*, 2008; Chappel *et al.*, 2022).

Quanto à origem dos materiais, para o Polietileno de Alta Densidade (PEAD, tipo 2) foram arrecadadas principalmente embalagens de cosméticos, frascos de produtos químicos e de limpeza, e tubos para líquidos e gases. Para o Polipropileno (PP, tipo 5), a coleta abrangeu embalagens para massas e biscoitos, potes de margarina, fibras e fios têxteis, utilidades domésticas e peças automotivas.

3.3 ETAPA DE LAVAGEM

Com o objetivo de minimizar o consumo de água, o projeto adaptou um barrilete do laboratório (Figura 4) para permitir

o reúso nas operações de pré-lavagem e lavagem dos plásticos durante o processo de reciclagem. Nessa etapa, utilizaram-se soluções de limpeza (cloro e detergente)

para auxiliar na remoção de impurezas e de matéria orgânica aderida aos materiais.

Figura 4 – Etapas de lavagem com os recipientes com cloro, detergente e lavagem mecânica



Fonte: acervo ReciclAmar (2022).

3.4 ETAPA DE SECAGEM

Após a lavagem, foi dado o início da etapa de secagem dos materiais (Figura 5), destinada a eliminar a umidade residual e preparar o plástico para o reprocessamento. A remoção eficiente da umidade é indispensável para reduzir perdas de energia e falhas no produto final: quando a secagem

é inadequada, a água evapora nas zonas de volatilização das injetoras, favorecendo a formação de bolhas e outros defeitos.

Figura 5 – Processo de secagem dos resíduos plásticos (PEAD- tipo 2 e PP-tipo 5)



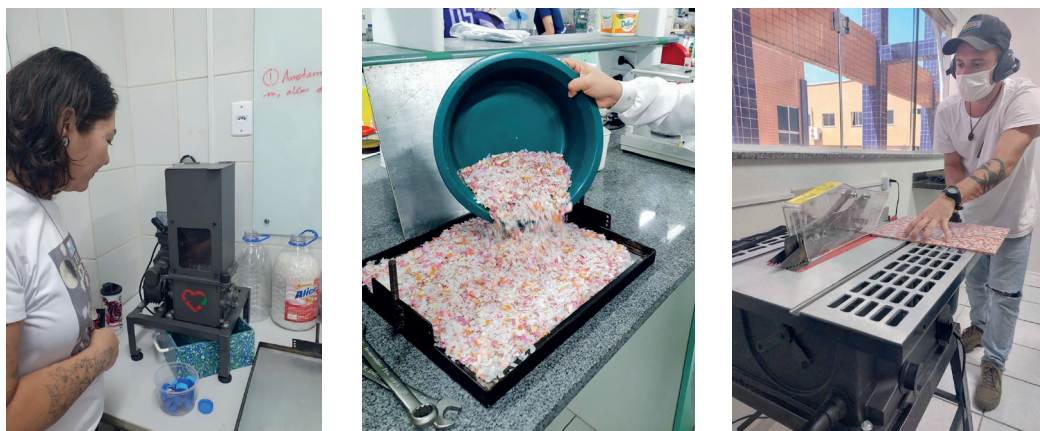
Fonte: acervo ReciclAmar (2022).

3.5 ETAPA DE TRITURAÇÃO

Após a seleção e a separação por tipo, os resíduos plásticos pós-consumo foram cortados manualmente (tesouras) e, em seguida, processados na trituradora de

bancada, fabricada pela *Precious Plastic* Cotia, projetada para PEAD (Polietileno de Alta Densidade) e PP (Polipropileno). A Figura 6 apresenta a trituradora e os tamanhos de *flakes* produzidos.

Figura 6 – Processo de trituração



(a)

(b)

(c)

(a) Máquina trituradora; (b) Flakes do processo de trituração dos materiais; (c) Corte das placas de plástico reciclado na serra de mesa do CNATMaker.

Fonte: acervo ReciclAmar (2022).

A trituração promove a homogeneização e forma *flakes* que facilitam o escoamento para o funil da injetora. Além disso, a redução de volume auxilia na moldagem de perfis lineares, posteriormente aquecidos no forno para produção de placas de “madeira plástica”. Após a trituração,

os *flakes* foram levados ao forno para a confecção de placas em variações de cor; a partir dessas placas, fabricaram-se brinquedos educativos (ex.: tangram), bandejas, relógios (de parede e de mesa) e bancos, conforme ilustrado na Figura 7.

Figura 7 – Produtos fabricados a partir de placas recicladas no laboratório do ReciclAmar



(a) Brinquedo educativo – Tangram



(b) Relógios



(c) Bandejas



(d) Bancos

Fonte: Acervo ReciclAmar, 2022

3.6 ETAPA DE INJEÇÃO

No processo de injeção, o material plástico triturado foi injetado sob pressão para preencher um molde fechado, seguido pelo resfriamento e extração do objeto moldado.

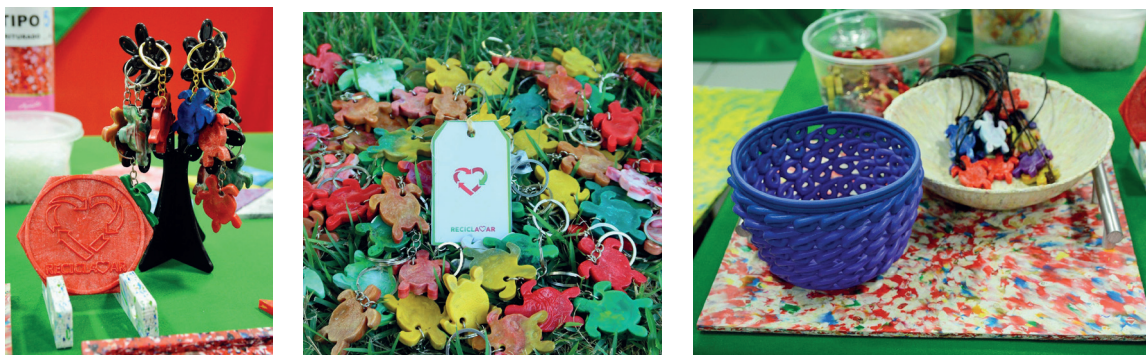
Apesar dos esforços para minimizar rebarbas, a geração de borra foi recorrente. No processo de injeção, as principais causas identificadas foram: reinícios de ciclo com material remanescente no cilindro, ajustes incorretos de moldes e ausência de limpeza do cilindro antes da troca de matéria-prima. Já no forno/prensa quente, a ocorrência é comum devido à exposição a altas pressões e temperaturas, condições que favorecem extravasamento e solidificação de excedentes. Nessas circunstâncias, a geração de resíduos tende a aumentar; por outro lado, quando o material está limpo e bem caracterizado, observa-se redução significativa desses refugos. A presença de impurezas e de polímeros incompatíveis

compromete a homogeneidade e a qualidade do produto final, efeito minimizável por triagem eficiente e limpeza prévia ao processamento (Tratzi *et al.*, 2021).


Quanto ao manejo das “rebarbas”, o acúmulo de rebarbas (“galhos”) foi resfriado e retornou à moagem para reprocessamento. Observou-se, ainda, que quanto mais limpo o material, menor o risco de entupimento das peneiras e menores as paradas de máquina, com conseqüente redução na geração de resíduos.

A máquina injetora permitiu a produção de peças tridimensionais por meio de moldes adaptados pela *Precious Plastic Cotia*, atendendo à demanda de pequena escala do laboratório. A Figura 8 ilustra a diversidade de produtos fabricados, como chaveiros, peões, bijuterias, porta-copos redondos e hexagonais entre outros.

Figura 8 – Peças recicladas



Fonte: acervo ReciclAmar (2022).



Em síntese, a combinação entre o conceito de economia circular e a demonstração prática de técnicas de reciclagem de plásticos — da triagem ao design de produtos — evidencia que o ReciclAmar pode gerar valor agregado e abrir oportunidades de modelos de negócio, fortalecendo a gestão local e estimulando pequenos empreendimentos, ao difundir conhecimentos sobre logística reversa e gerenciamento adequado dos resíduos. Esses achados corroboram Pezzin e Pinheiro (2021), ao indicar a viabilidade econômica de trans-

formar lixo plástico em recursos valiosos, contribuindo para a economia circular e a sustentabilidade ambiental.

Apesar dos avanços, o projeto enfrentou desafios ligados à infraestrutura, à variabilidade da qualidade da matéria-prima e à falta de identificação do polímero em parte das embalagens, o que afetou a eficiência do processo e a qualidade dos produtos; por isso, limpeza, segregação e rotulagem padronizadas são decisivas para garantir materiais de alto padrão (Coltro *et al.*, 2008; Chappel *et al.*, 2022).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este relato de experiência demonstrou que o processamento de termoplásticos oriundos do Bioma Costeiro pode ser uma estratégia eficaz para superar um dos principais gargalos da cadeia de reciclagem. Tal iniciativa não contribui apenas para a redução do impacto do pós-consumo, mas também comprova a viabilidade técnica para gerar produtos reciclados e recicláveis (estruturas modulares, materiais de construção, mobiliário, recipientes, objetos de decoração, joias, brinquedos, materiais didáticos, etc.). Ao assegurar a circularidade do plástico, o ReciclAmar agregou valor por meio de Ciência, Tecnologia e Inovação, fortaleceu a rede de coleta-reciclagem-transformação e exemplificou novos caminhos para a geração de renda e de valor nas comunidades do recebimento

do plástico à criação por artesãos e demais profissionais que possam vir a trabalhar com esse material, aliado à gestão integrada de resíduos. Para ampliar esses resultados, é essencial que as empresas de embalagens plásticas padronizem e marquem todos os seus produtos (com identificação clara do polímero e dos componentes), facilitando a triagem, a rastreabilidade e a reciclabilidade efetiva ao longo de toda a cadeia.

REFERÊNCIAS

- ANDRADY, A. L.; NEAL, M. A. Applications and societal benefits of plastics. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 364, n. 1526, p. 1977-1984, 2009.
- ARRUDA, E. H.; MELATTO, R. A. P. B.; LEVY, W.; MELO CONTI, D. de. Circular economy: A brief literature review (2015–2020). **Sustainable Operations and Computers**, v. 2, p. 79-86, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.susoc.2021.08.002>.
- BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 3 ago. 2010a.
- BRASIL. **Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010b**. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, e institui o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 23 dez. 2010b.
- CHAPPELL, B. *et al.* Processing household plastics for recycling – A review. **Cleaner Materials**, v. 6, p. 100-158, 2022.
- CHOW, G. K. Experimental processes with Precious Plastic. **Interdisciplinary Practice in Industrial Design**, v. 48, p. 59, 2022.
- CLARO, F. *et al.* Tools and constraints in monitoring interactions between marine litter and megafauna: insights from case studies around the world. **Marine Pollution Bulletin**, v. 141, p. 147-160, 2019.
- COLTRO, L.; GASPARINO, B. F.; QUEIROZ, G. de C. Reciclagem de materiais plásticos: a importância da identificação correta. **Polímeros**, v. 18, p. 119-125, 2008.
- ERIKSEN, M. *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**, v. 18, n. 3, 2023.
- 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.
- KARASIK, R. *et al.* Inequitable distribution of plastic benefits and burdens on economies and public health. **Frontiers in Marine Science**, v. 9, p. 1017247, 2023.
- KÜHN, S.; BRAVO REBOLLEDO, E. L.; VAN FRANEKER, J. A. Deleterious effects of litter on marine life. *In*: BERGMANN, M.; GUTOW, L.; KLAGES, M. (eds.). **Marine anthropogenic litter**. Cham: Springer, 2015. p. 75-116.

MAUAD, T.; OLIVEIRA, R. C.; LOURENÇO, L. F. A. Plásticos e a saúde humana. **Diálogos Socioambientais**, São Bernardo do Campo - SP, v. 8, n. 21, p. 34-41, 2025.

MEIJER, L. J. *et al.* More than 1000 rivers account for 80% of global riverine plastic emissions into the ocean. **Science Advances**, v. 7, n. 18, eaaz5803, 2021.

PEZINNI, O.; PINHEIRO, O.; BARATA, T. Mudalab e precious Plastic: Considerações sobre o movimento maker, sustentabilidade e periferia com o uso do lixo plástico. **Simpósio de Design Sustentável. Anais**, 2021. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/xmlui/handle/1884/92534>. Acesso em: 28 nov. 2025.

PIMENTA, A. A. F. *et al.* O panorama da gestão de resíduos no Brasil: presente e cenários para o futuro. Nova Lima, MG: **Fundação Dom Cabral, Núcleo de Sustentabilidade**, 2025.

ROCHMAN, C. M. *et al.* Classify plastic waste as hazardous. **Nature**, v. 494, n. 7436, p. 169-171, 2013.

ROMAN, L. *et al.* Plastic pollution is killing marine megafauna, but how do we prioritize policies to reduce mortality? **Conservation Letters**, v. 14, n. 2, e12781, 2021.

SANTOS, J. K. S. *et al.* Caracterização dos resíduos plásticos coletados durante a

Semana do Meio Ambiente 2022 do IFRN CNAT. *In: Anais do Congresso Meio Ambiente Poços 2022*. Poços de Caldas: Meio Ambiente Poços, 2022. p. 93-99. Disponível em: https://meioambientepocos.com.br/anais/ANAIS2022/93%20-%20244268_caracterizacao-dos-resduos-plsticos-coletados-durante-a-semana-do-meio-ambiente-2022-do-ifrn-cnat.pdf. Acesso em: 28 nov. 2025.

SPEKKINK, W.; RÖDL, M.; CHARTER, M. Repair Cafés and Precious Plastic as trans-local networks for the circular economy. **Journal of Cleaner Production**, v. 380, p. 135-125, 2022.

TRATZI, P. *et al.* Effect of hard plastic waste on the quality of recycled polypropylene blends. **Recycling**, v. 6, n. 3, p. 58, 2021.