

RECICLAGEM DESCENTRALIZADA: articulações de design e tecnologia para o reprocessamento de polímeros

Rafael Reche Tavares¹, Luis Henrique Alves Cândido²

¹Doutorando em Design pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil (reche.tavares@ufrgs.br)

²Professor pesquisador no Programa de Pós-Graduação em Design na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo mapear e discutir as articulações entre o design e as tecnologias de reciclagem descentralizada. Os resultados demonstram a existência de um fluxo processual lógico e universal baseado na sequência de trituração e moldagem térmica para produção de artefatos. Conclui-se que a fabricação digital distribuída reaproxima o designer do controle material, permitindo converter os desafios da reciclagem em estratégia projetual para a Economia Circular.

Palavras-chave: Economia Circular; Fabricação Digital; Gestão de resíduos.

INTRODUÇÃO

Os plásticos tornaram-se onipresentes na sociedade contemporânea, sendo aplicados em diversos setores, desde embalagens de uso único até aplicações tecnológicas. Esses materiais conquistaram espaço no meio produtivo devido ao baixo custo, à alta escalabilidade e às propriedades mecânicas variadas (Mai et al., 2026). Os polímeros surgiram como alternativa a materiais naturais como o marfim e, atualmente, devido ao intenso desenvolvimento tecnológico, alguns plásticos possuem potencial para substituir inclusive ligas metálicas.

Em sua grande maioria, os polímeros são sintetizados a partir de fontes fósseis, como o petróleo, o que os torna quimicamente estáveis. Entretanto, com a popularização desses materiais ao longo do tempo, essa estabilidade emergiu como um grave desafio global: a persistência e a acumulação de polímeros sintéticos no meio ambiente.

Embora existam polímeros biodegradáveis, esses biomateriais evidenciam outro ponto de atenção: a necessidade da seleção rigorosa e destinação correta por tipo de material. Nesse cenário, destaca-se o caso do Poli(ácido láctico) (PLA). O PLA é um polímero de base renovável (proveniente do amido) e comercialmente disponível em larga escala, mas é biodegradável somente em compostagem industrial, caso contrário, é tão resistente à degradação quanto os polímeros petroquímicos tradicionais (Tavares; Morisso; Carús, 2024). Consequentemente, se o PLA não for claramente identificado, é destinado à aterros sanitários, ao invés do destino ideal (a compostagem industrial).

No atual cenário da gestão de resíduos plásticos, os sistemas de reciclagem enfrentam severos desafios operacionais devido à escassez de instalações de coleta e triagem, à complexidade na separação por tipologia polimérica e ao elevado custo energético e logístico associado ao processo (Kassab et al., 2023). Embora a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) normatize a identificação dos materiais plásticos (ABNT NBR 13230), essa norma especifica apenas os seis plásticos mais populares. Dessa forma, novos materiais de engenharia ou de matriz renovável, como o próprio PLA, enquadram-se na categoria genérica de número 7 (“outros”), o que inviabiliza sua triagem e possível revalorização.

Em contato direto com unidades de triagem na cidade de Porto Alegre - RS, fica evidente que a viabilidade mercadológica da reciclagem de polímeros é condicionada à existência de compradores finais para os resíduos. Enquanto algumas unidades possuem compradores para todos os plásticos triados, outras ainda destinam determinados polímeros para aterros sanitários pelo baixo valor comercial do rejeito, influenciado negativamente pela pigmentação, mesmo que potencialmente recicláveis (Silva, 2019).

Ademais, a dependência de instalações centralizadas e a logística associada ao transporte do alto volume de resíduos para os centros de reciclagem também enfraquecem a cadeia, pois aumentam os custos. Diante desse panorama, evidencia-se que o gargalo da gestão de polímeros vai além do ato da reciclagem propriamente dita, pois o problema inicia na coleta e destinação dos rejeitos e resíduos.



Como alternativa aos gargalos da reciclagem centralizada, surgem movimentos de descentralização focados em reciclar os resíduos localmente, fortemente impulsionados por projetos *open source*. Sob essa perspectiva, abre-se a possibilidade de que organizações gerenciem e reciclam os próprios resíduos, ou então, pode-se desenvolver soluções comunitárias capazes de engajar múltiplos atores sociais e gerar impactos socioambientais positivos.

Diante deste panorama, este trabalho tem como objetivo responder à seguinte questão norteadora: de que forma as abordagens de design, apoiadas em tecnologias digitais abertas, podem mitigar os gargalos de triagem e a desvalorização comercial de polímeros, viabilizando a reciclagem descentralizada na ponta final da cadeia?

MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa classifica-se como de natureza básica, motivada pelo interesse de gerar novos conhecimentos teóricos sem uma finalidade de aplicação prática imediata. Quanto aos objetivos, caracteriza-se como uma pesquisa exploratória. Foram adotados procedimentos de pesquisa bibliográfica, com buscas estruturadas no Portal de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e na base de dados ScienceDirect.

Da pesquisa bibliográfica, selecionaram-se artigos focados na reciclagem de polímeros a partir de uma perspectiva de design e tecnologia. A partir desse recorte, realizou-se uma análise e uma discussão sobre os achados, integrando as variáveis tecnológicas às abordagens projetuais identificadas. A fundamentação teórica referente ao campo do design foi estruturada a partir dos preceitos de história e teoria do design propostos por Rafael Cardoso (2008; 2012), bem como dos conceitos de design para a sustentabilidade formulados por Carlo Vezzoli (2023).

Este delineamento metodológico foi adotado por permitir uma análise crítica, reflexiva e integradora acerca das articulações entre design, tecnologias abertas e cadeias de resíduos sólidos.

RECICLAGEM DESCENTRALIZADA DE POLÍMEROS

No modelo tradicional e centralizado, as operações concentram-se em complexos de grande porte, próximos a áreas industriais e comumente distantes dos centros geradores de resíduos. Conforme Kassab et al. (2023), o modelo de reciclagem centralizada é dependente da logística de transporte dos resíduos poliméricos, que apresentam alto volume, mas baixa massa. Desse modo, os materiais triados frequentemente percorrem longas distâncias até os

centros de reprocessamento, o que aumenta custos operacionais e emissões de carbono.

O sistema descentralizado, em contrapartida, opera sob uma lógica distribuída. Nessa configuração, ao invés de uma vasta área contar com grandes centros de reciclagem concentrados, a distribuição garante que mais tecnologias de reciclagem atendam à grande demanda de maneira estratégica. Consequentemente, Sanchez et al. (2020), assim como para Kassab et al. (2023), é necessário unir os conhecimentos logísticos do sistema centralizado com a distribuição descentralizada, pois assim a reciclagem aproxima-se do local de geração de resíduos, inserindo ativamente a sociedade no co-desenvolvimento de soluções e reduzindo a necessidade de transporte a longas distâncias.

Dos desafios desse movimento, destaca-se a necessidade de equipar os centros descentralizados com infraestruturas tecnológicas condizentes com o processamento de polímeros. Paralelamente, faz-se necessário mobilizar a comunidade local e múltiplos atores interessados para que colaborem ativamente na manutenção e no desenvolvimento dos espaços (Sanchez et al., 2020).

Diante de cenários como esse, de desafios complexos, o historiador Rafael Cardoso (2012) propõe o design como ferramenta de resposta. O autor posiciona o designer como um agente de transformação e intermediador interdisciplinar, o qual projeta para aspectos como funcionalidade, usabilidade, estética e, também, demandas sociais e ambientais. Em acordo, Vezzoli (2023) defende o designer na posição de tomador de decisões estratégicas, para que projete com o objetivo de minimizar o impacto ambiental dentro do sistema de produção.

DESIGN PARA A ECONOMIA CIRCULAR

Compreendido o designer como um agente de transformação, evidencia-se que esse profissional, assim como seu campo de atuação, desempenha papel importante no desenvolvimento de novas soluções sistêmicas. Se no período da Revolução Industrial o design surge para “pôr ordem na bagunça do mundo industrial” (Cardoso, 2012, p. 9), no atual cenário, a disciplina do design passa a ter como prioridade o desenvolvimento de estratégias projetuais voltadas à mitigação de impactos ambientais.

Sob essa ótica, a atuação do designer passa a ser crucial na seleção e no gerenciamento do ciclo de vida dos materiais (Vezzoli, 2023). Segundo Mai et al. (2026), até que surjam outros materiais capazes de competir diretamente com os polímeros, ou seja, supere-os em termos de custo, leveza e facilidade de processamento, uma forma de lidar com essa



problemática consiste na concepção de produtos orientados à reciclagem.

A reciclagem de polímeros pode ser dividida em quatro categorias: primária, secundária, terciária e quaternária (Kassab et al., 2023). A primária e a secundária classificam-se como reciclagem mecânica, na qual a primeira garante a reciclagem de descartes no mesmo produto, enquanto a secundária transforma os resíduos de um produto em produtos diferentes dos originários. A título de exemplo, pode-se tomar a reciclagem de garrafas plásticas em novas garrafas como reciclagem primária, enquanto transformar garrafas em fibra têxtil caracteriza-se como reciclagem secundária.

Por sua vez, as categorias terciária e quaternária referem-se a processos de reciclagem química e energética, respectivamente. Na terciária, ocorre a recuperação de componentes químicos, como monômeros, plastificantes, algum elemento isolado etc. Por fim, a quaternária é a reciclagem na qual os polímeros são incinerados a fim de obter-se energia (Kassab et al., 2023).

A partir da reinserção de resíduos na cadeia produtiva, independentemente da categoria de reciclagem, rompe-se com a lógica de produção linear (da concepção ao descarte) e instaura-se uma dinâmica circular (Mai et al., 2026). Os autores Mai, Palombini e Mello (2025) ressaltam que, embora a reciclagem também ocorra no modelo linear, os produtos não são planejados para esse propósito. Ou seja, na economia circular, há a necessidade de que os produtos sejam desenhados e produzidos a uma efetiva e sistemática reinserção no ciclo produtivo.

As estratégias projetuais para garantir a reciclabilidade dos artefatos são diversas. É possível encontrar abordagens como Design for Disassembly (DfD), que visa projetar produtos com partes desmontáveis e recuperáveis individualmente (Ostapska et al., 2024), assim como o desenvolvimento de produtos monomateriais, para descarte e recuperação sem desmontagem (Ashton, 2017). Entretanto, apesar dessas estratégias, o projeto de design a partir de matéria-prima reciclada ainda enfrenta alguns desafios, principalmente na padronização cromática e na constância no fornecimento de insumos, conforme relatado por Ashton (2017) e Mai, Palombini e Mello (2025).

Diante dessas limitações de padronização cromática e volumétrica, os modelos de reciclagem em larga escala frequentemente rejeitam ou desvalorizam comercialmente polímeros mistos e de cores variadas (Silva, 2019). É justamente na valorização desse tipo de resíduo que a abordagem sistêmica do design encontra relevância na escala local. A partir desse cenário, é possível e necessário projetar sob uma lógica de tolerância estética e variabilidade material.

Além disso, a implantação de estruturas descentralizadas próximas aos centros geradores diminui gargalos logísticos, viabilizando o fechamento de ciclos de materiais diretamente nas comunidades geradoras.

TECNOLOGIAS PARA RECICLAGEM DESCENTRALIZADA DE POLÍMEROS

Tratando-se de produtos físicos, metodologias projetuais de design incluem etapas de “materiais e processos”, embora essa decisão seja frequentemente atrelada de forma exclusiva à engenharia. A relação com materiais e processos de fabricação é inerente ao ofício do designer: enquanto artesãos, produziam as próprias peças e, com a revolução industrial, passaram a ocupar cargos de projetistas, afastando-se da execução direta no chão de fábrica, mas ainda responsáveis pelas tomadas de decisões (Cardoso, 2008; Ribeiro; Lourenço, 2017).

Com o surgimento de novas tecnologias de fabricação, como impressoras 3D e corte a laser, consolidam-se espaços de fabricação digital que reaproximam o designer da execução fabril. Esses espaços de fabricação digital são caracterizados pela flexibilidade produtiva e baixo custo de aquisição, utilização e manutenção do maquinário (Costa; Pelegrini, 2017). No âmbito da reciclagem distribuída, há projetos como a rede Precious Plastic, que articula pessoas, máquinas, plataformas online e conhecimento para criar alternativas globais para o sistema de reciclagem de polímeros (Precious Plastic, 2026a).

No portal oficial da Precious Plastic (2026b), é evidenciado que as soluções desenvolvidas são de caráter *open source*, ou seja, são disponibilizadas na íntegra para todos, o que viabiliza o livre acesso, a replicação e a customização por parte dos usuários. Essa abordagem também acelera a resolução de problemas, já que os integrantes de canais online do ecossistema podem trocar documentos e cooperar com conhecimentos específicos ou desafios já superados em projetos anteriores.

Vezzoli (2023) resalta que diferentes materiais demandam rotas de reciclagem distintas. Entretanto, tratando-se de polímeros termoplásticos, ou seja, que se deformam com o calor, os procedimentos para a reciclagem desses materiais são bastante semelhantes. A Precious Plastic (2026c) fundamentam-se em processos simplificados, mas ajustáveis às especificidades de cada plástico, como por exemplo ajustes de temperatura, para que o processo de reciclagem ocorra próximo ao ponto de fusão e não degrade o material.

A Precious Plastic (2026c) divide suas máquinas em três categorias: Básicas, para processamentos iniciais; Pro, para máquinas avançadas e;

Comunidade, para os projetos de máquinas desenvolvidos e publicados pela própria comunidade de recicladores. A categoria de máquinas básicas compreende três itens:

- (i) Trituradora (1.100 €): tem como função a reduzir a dimensão dos plásticos e transformá-los em flakes (material flocado em tamanhos variados), que servirão como matéria-prima para outros processos;
- (ii) Extrusora (1.200 €): máquina que funde e extruda os flakes em perfil cilíndrico;
- (iii) Injetora (350 €): projetada para a fusão dos flakes e o preenchimento sob pressão de moldes com o polímero fluido.

Por sua vez, a categoria Pro também conta com três equipamentos, sendo dois aprimoramentos da categoria básica e uma nova máquina de reprocessamento. O conjunto é composto por:

- (i) Trituradora Pro (2.200 € + motor): mantém a função de redução dimensional da linha básica, mas apresenta um sistema de eixo duplo que acelera o processo;
- (ii) Extrusora Pro (2.000 €): versão otimizada que, além de filamentos em perfil cilíndrico, possui matrizes configuradas para perfis de tijolos e vigas;
- (iii) Prensa térmica (2.500 €): equipamento que atua por meio da aplicação de pressão e calor sobre os flakes, conformando-os em chapas planas com dimensões de até 1x1 metro.

Os equipamentos desenvolvidos pela comunidade são extremamente variados em custos, objetivos e capacidades. Entre os projetos destacados, são encontrados otimizações e aperfeiçoamentos específicos, como o “All in one machine”, da Monash University (Austrália), que compila todos os processos da categoria Básica em uma única estação de trabalho. Adicionalmente, o projeto “Flywheel”, da Tallers Esferica (Espanha), aprimorou a alavanca da injetora, substituindo-a por um volante, aumentando a pressão aplicada sem maior esforço por parte do operador (Precious Plastic, 2026c).

Na literatura acadêmica, é possível encontrar experimentações acerca da reciclagem de polímeros, que abordam diferentes materiais poliméricos e processos fabris. Foram selecionados os trabalhos de Ashton (2017), Little et al. (2020), Viero e Cidade (2022), Romani, Levi e Pearce (2023), Tavares, Morisso e Carús (2024) e Mai et al. (2026) para uma discussão mais aprofundada, pois apresentam detalhes do reprocessamento dos polímeros.

O trabalho de Ashton (2017) teve como objetivo viabilizar a reciclagem de componentes multimateriais, mas sem etapas de separação por tipo de polímeros. Dessa forma, o material utilizado foi

uma blenda de vários plásticos, a qual foi submetida a processos de trituração, moagem, micronização, extrusão, injeção, laminação e termoformagem industrial. Como resultado das etapas iniciais, a autora obteve flakes e particulado de polímero ultrafino (pó). Quanto aos produtos finais, obteve filamentos por extrusão; corpos de prova para ensaios mecânicos por injeção; filmes para laminado sintético por laminação e; contrafortes para calçados a partir da aplicação do laminado em termoformagem.

A fim de explorar as potencialidades da reciclagem no âmbito do design de joias, Viero e Cidade (2022) coletaram resíduos domésticos de poli(tereftalato de etileno) (PET), Polietileno de Alta Densidade (PEAD), Polietileno de Baixa Densidade (PEBD) e Polipropileno (PP), em cores diversas, e os picotaram manualmente. As pesquisadoras realizaram testes de termoformagem em forno doméstico e, posteriormente, testes com ferro de passar roupa. Devido às cores vibrantes dos plásticos, o design das joias foi inspirado na moda dos anos 60 e sua estrutura desenvolvida em prata 950. Para inclusão dos polímeros, as autoras utilizaram a técnica desenvolvida com ferro de passar e realizaram a fusão e moldagem diretamente sobre as cavidades das peças. O design final de uma das peças pode ser visualizado na figura 1.

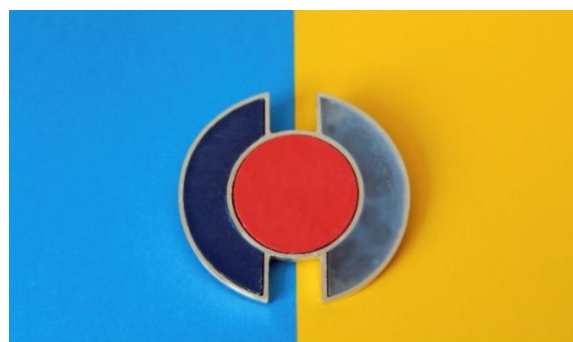


Figura 1. Joia desenvolvida por Viero e Cidade (2022)

O trabalho de Tavares, Morisso e Carús (2024) teve como objetivo viabilizar a reciclagem de Poli(ácido láctico) (PLA) de impressão 3D através de uma infraestrutura universitária. No desenvolvimento, os autores submeteram os resíduos de impressão 3D à moagem em moinho de facas, obtendo-se flakes granulometricamente homogêneos. Posteriormente, foram realizados ciclos de extrusão, injeção e prensagem térmica, os quais geraram filamentos, cabides e chapas, respectivamente.

Ainda no âmbito da infraestrutura universitária, o trabalho de Mai et al. (2026) objetivou explorar a reciclagem de PEAD e PP para o Design Circular. Para obtenção dos flakes, os autores realizaram tanto a picotagem manual, quanto a moagem em moinho

de facas. Para moldagem, utilizaram termomoldagem em forno, termomoldagem com ferro de passar roupa e prensagem, obtendo-se corpos de prova de fusão, a fim investigar a processabilidade térmica e a fluidez dos materiais.

A pesquisa de Little et al. (2020) explorou a reciclagem de rPET, poli(tereftalato de etileno) reciclado. Os autores realizaram a moagem do material e conduziram testes em uma impressora 3D alimentada diretamente por flakes. Entre os artefatos fabricados, foram ilustrados corpos de prova para ensaios mecânicos, face shield, hélice e mapas topográficos. De maneira semelhante, Romani, Levi e Pearce (2023) também empregaram o uso de impressão 3D alimentada por flakes, mas utilizaram Policarbonato (PC) e Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS) comercializados já moídos. Como resultado, produziram corpos de prova para caracterização mecânica e ensaios de intemperismo, bem como componentes funcionais como tijolos modulares, caneleiras (conforme ilustrado na figura 2) e juntas para montagem de móveis.

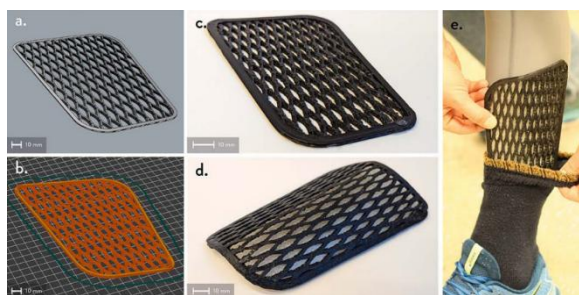


Figura 2. Caneleira desenvolvida por Romani, Levi e Pearce (2023)

Destaca-se que nas publicações de Little et al. (2020) e Romani, Levi e Pearce (2023), ambos estudos utilizaram maquinário do projeto open source GigaBotX, que viabiliza a construção de impressoras 3D alimentadas por pellets e flakes, abolindo o uso de filamentos. Esse processo é bastante pertinente para a reciclagem, pois evita o processamento por extrusão, minimizando riscos de degradação térmica, como relatado nos testes de Tavares, Morisso e Carús (2024).

A partir desse conjunto de trabalhos, constata-se que os mesmos processos são aplicáveis a diferentes materiais. Dessa forma, estabelece-se uma lógica que inicia na moagem dos polímeros, na qual são obtidos flakes que serão posteriormente utilizados como matéria-prima para outros processos, tais como a extrusão, a injeção e a prensagem.

Quanto aos produtos fabricados, observa-se uma ampla diversidade de aplicações, condicionada aos materiais e processos disponíveis. As aplicações de Ashton (2017) são voltadas à área calçadista, provavelmente devido ao trabalho ocorrer em

parceria com a Universidade Feevale, localizada em Novo Hamburgo (polo calçadista no Rio Grande do Sul). Os trabalhos de Tavares, Morisso e Carús (2024) e Mai et al. (2026) possuem caráter exploratório quanto ao ambiente universitário para reciclagem de polímeros, enquanto o trabalho de Viero e Cidade (2022) restringe-se às potencialidades da joalheria artesanal. Os trabalhos voltados à impressão 3D (Little et al., 2020; Romani; Levi; Pearce, 2023) apresentam aplicações variadas e ressaltam as potencialidades dessa tecnologia, que, conforme os próprios autores, é capaz de produzir peças de geometrias complexas a partir de modelos digitais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do levantamento realizado neste estudo, evidencia-se que o modelo de gestão centralizado de resíduos sólidos apresenta gargalos críticos que inviabilizam a reciclagem efetiva de polímeros. A triagem por tipologia de polímeros e o transporte de resíduos de alto volume e baixa massa destacam-se como os maiores desafios do modelo centralizado.

Em contrapartida, a literatura revisada reafirma as articulações de design e tecnologia como resposta aos gargalos logísticos. As tecnologias de código aberto, como os projetos Precious Plastic e GigaBotX, possuem baixo custo de aquisição/desenvolvimento e alta flexibilidade, podendo ser adaptadas a diferentes espaços, inclusive para o âmbito universitário. A incorporação desses projetos de código aberto facilita o acesso aos meios de produção e descentraliza a reciclagem, tornando-a viável em laboratórios universitários, oficinas de design e cooperativas comunitárias.

A partir do panorama de tecnologias, observa-se uma grande variedade de aplicações e adaptações, dadas justamente pela alta adaptabilidade das técnicas de projetos descentralizados. Foi identificado um fluxo padrão na literatura para o processamento de plásticos. Invariavelmente, todos os projetos iniciam com o material triturado, mesmo que com variedade granulométrica, seguida por processos térmicos para a concepção de produtos finais variados. Do ponto de vista de materiais e processos, a transição do filamento convencional para a tecnologia alimentada diretamente por *flakes* representa, além da vantagem econômica, uma vantagem técnica para a preservação das propriedades mecânicas dos polímeros reciclados.

Por fim, dos achados deste estudo, enfatiza-se que a fabricação digital e o movimento open-source reaproximam o designer do controle material e da execução fabril, rompendo o afastamento histórico gerado pela Revolução Industrial. O projetar a partir da matéria-prima reciclada apresenta variabilidade estética e material, mas isso pode ser agregado ao



processo projetual e adotado justamente como o diferencial: considerar as variedades como parte da estratégia do projeto para a Economia Circular.

REFERÊNCIAS

- ASHTON, Elisa Guerra. *Design, inovação e sustentabilidade: estudo da reciclagem de produtos multi-materiais poliméricos sem separação prévia*. 2017. Tese (Doutorado em Design) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/169250>. Acesso em: 28 jun. 2026.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *ABNT NBR 13230:2008: Embalagens e acondicionamentos plásticos recicláveis — Identificação e simbologia*. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.
- CARDOSO, Rafal. *Uma introdução à história do design*. 3. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2008. E-book. p.19. ISBN 9788521215424. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788521215424/>. Acesso em: 27 jun. 2026.
- CARDOSO, Rafael. *Design para um mundo complexo*. São Paulo: Cosac Naify, 2012.
- COSTA, C. O.; PELEGRINI, A. V. O Design dos Makerspaces e dos Fablabs no Brasil: um mapeamento preliminar. *Design e Tecnologia*, v. 7, n. 13, p. 57, 30 jun. 2017.
- KASSAB, A. et al. Advancing Plastic Recycling: Challenges and Opportunities in the Integration of 3D Printing and Distributed Recycling for a Circular Economy. *Polymers*. Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI), 1 out. 2023.
- LITTLE, H. A. et al. Towards distributed recycling with additive manufacturing of PET flake feedstocks. *Materials*, v. 13, n. 19, 1 out. 2020.
- MAI, T. et al. Circular design: experiments for the recovery of polymeric waste through mechanical recycling. e-Revista LOGO, v. 133, n. Dossiê Especial (SDS 2023), p. 01–25, 1 abr. 2026.
- MAI, T.; PALOMBINI, F. L.; DE MELLO, C. I. DESIGN FOR CIRCULAR ECONOMY: DESK ORGANIZER WITH RECYCLED POLYMER. *MIX Sustentável*, v. 11, n. 2, p. 123–137, 1 out. 2025.
- OSTAPSKA, K. et al. Design for Disassembly: A systematic scoping review and analysis of built structures Designed for Disassembly. *Sustainable Production and Consumption*. Elsevier B.V., 1 jul. 2024.
- PRECIOUS PLASTIC. *Mission*. Disponível em: <https://www.preciousplastic.com/about/mission>. Acesso em: 28 jun. 2026.
- PRECIOUS PLASTIC. *Open Source*. Disponível em: <https://www.preciousplastic.com/about/open-source>. Acesso em: 28 jun. 2026.
- PRECIOUS PLASTIC. *Machines*. Disponível em: <https://www.preciousplastic.com/solutions/machines>. Acesso em: 28 jun. 2026.
- RIBEIRO, S. M. A.; LOURENÇO, C. A. Bauhaus: uma pedagogia para o design. *Estudos em Design*, Rio de Janeiro, v. 20, n. 2, 2012.
- ROMANI, A.; LEVI, M.; PEARCE, J. M. Recycled polycarbonate and polycarbonate/acrylonitrile butadiene styrene feedstocks for circular economy product applications with fused granular fabrication-based additive manufacturing. *Sustainable Materials and Technologies*, v. 38, p. e00730, dez. 2023.
- SANCHEZ, F. A. et al. Plastic recycling in additive manufacturing: A systematic literature review and opportunities for the circular economy. *Journal of Cleaner Production*, v. 264, p. 121602, 10 ago. 2020.
- SILVA, T. M. P. A Materially Contextualised Account of Waste Pickers' Marginalisation in Brazil: The Case of 'Rubbish PET.' *Worldwide Waste*, v. 2, n. 1, 2019.
- TAVARES, R. R.; MORISSO, F. D. P.; CARÚS, L. A. Produção de artefatos a partir da reciclagem de resíduos de PLA oriundos do processo de Impressão 3D. *Estudos em Design*, v. 32, n. 1, p. 40–57, 25 abr. 2024.
- VEZZOLI, Carlo. *Design para a sustentabilidade ambiental*. São Paulo: Editora Blucher, 2023. E-book. ISBN 9786555067699. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786555067699/>. Acesso em: 21 jun. 2026.
- VIERO, I. P.; CIDADE, M. K. EXPERIÊNCIAS COM PROCESSOS DE RECICLAGEM DE POLÍMEROS PARA A JOALHERIA. *MIX Sustentável*, v. 8, n. 3, p. 93–105, 31 maio 2022.