

Reciclagem, Valorização e Reuso de Resíduos Têxteis em Produtos de Design em prol da Economia Circular: uma revisão de literatura

Recycling, Valorization, and Reuse of Textile Waste in Design Products for the Circular Economy: a literature review

Vanik Trindade Lima, Mestranda em Design no CESAR School.
vtl@cesar.school

Tarciana Araújo Brito de Andrade, Ph.D em Design na ULisboa e UFPE, CESAR School.
taba@cesar.school

Resumo

A crescente preocupação com o impacto ambiental da indústria têxtil, especialmente quanto ao descarte de resíduos de fibras de algodão, poliéster e mistas, tem impulsionado a busca por soluções inovadoras. Esta revisão sistemática teve como objetivo identificar, analisar e comparar as principais abordagens e tecnologias voltadas à reciclagem, valorização e reaproveitamento desses resíduos, que representam grande volume e alto potencial de reaproveitamento. A análise demonstrou que a força da evidência é moderada a alta para a viabilidade técnica e econômica de algumas soluções, embora haja limitações decorrentes dos diferentes métodos de abordagem dos estudos e da falta de representatividade regional. Conclui-se que a reciclagem e valorização de resíduos têxteis são estratégias promissoras para promover a sustentabilidade industrial, mas recomenda-se o desenvolvimento de pesquisas em contextos diversos e maior padronização metodológica para fortalecer a base de evidências e ampliar a aplicabilidade dos resultados.

Palavras-chave: Resíduos Têxteis; Reciclagem; Sustentabilidade; Revisão Sistemática

Abstract

The growing concern about the environmental impact of the textile industry, especially regarding the disposal of cotton, polyester, and mixed fiber waste, has driven the search for innovative solutions. This systematic review aimed to identify, analyze, and compare the main approaches and technologies focused on the recycling, valorization, and reuse of such waste, which represent a large volume and high recovery potential. The analysis showed that the strength of evidence is moderate to high regarding the technical and economic feasibility of certain solutions, although limitations remain due to the diversity of study methodologies and the lack of regional representativeness. It is concluded that textile waste recycling and valorization are promising strategies to promote industrial sustainability; however, further research in diverse contexts and greater methodological standardization are recommended to strengthen the evidence base and enhance the applicability of results.

Keywords: Textile Waste; Recycling; Sustainability; Systematic Review

1. Introdução

A crescente visibilidade dos resíduos têxteis como um problema ambiental revela a urgência de soluções inovadoras e sustentáveis para o setor. Relatório divulgado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2022), aponta que o Brasil descarta, anualmente, cerca de 4 milhões de toneladas de resíduos têxteis, o que representa aproximadamente 5% a 6% de todo o lixo gerado no país. Além do expressivo volume de resíduos, a decomposição dos materiais têxteis apresenta desafios ambientais significativos. Tecidos de algodão podem levar pelo menos 20 anos para se decompor, enquanto materiais sintéticos, como poliéster, podem persistir no meio ambiente por até quatro séculos, liberando microplásticos e agravando a poluição de solos e cursos d'água. O consumo total de água no tingimento de fios é de aproximadamente 60 litros por kg de fio, com a etapa de tingimento contribuindo com cerca de 15% a 20% do fluxo total de águas residuais (Kant, 2012, tradução nossa).

Os impactos ambientais da indústria têxtil apresentam dados importantes: anualmente, o setor é responsável por 2 a 8% das emissões globais de gases de efeito estufa, ficando atrás apenas dos setores de petróleo e gás (United Nations Environment Programme, 2023, p. 7, tradução nossa). Além disso, no Brasil, a informalidade e a falta de infraestrutura adequada para a gestão de resíduos agravam o cenário, dificultando a implementação de práticas circulares e a reciclagem.

A baixa taxa de reciclagem é outro ponto crítico: menos de 1% dos resíduos têxteis, sejam roupas após o uso ou sobras de fábrica, são reciclados em novos materiais (Ellen MacArthur Foundation, 2017, p. 37, tradução nossa). A maior parte segue para aterros sanitários ou lixões, tanto no Brasil quanto em destinos internacionais, como o deserto do Atacama, no Chile, onde calcula-se que 300 hectares estejam cobertos por lixo, e praias em Gana, que se tornaram símbolos do descarte global de roupas (Figura 1). Esse modelo linear de produção e descarte não só ameaça ecossistemas, mas também desperdiça recursos naturais valiosos.



Figura 1: Pilha de roupas descartadas no Deserto do Atacama, Chile. Fonte: a) SkyFi (2022); b) © Antonio Cossio (2021); c) © Martin Bernetti (2021).

Diante dos impactos apresentados, a transformação de resíduos têxteis em módulos construtivos de base biológica (materiais produzidos a partir de fibras naturais ou resíduos orgânicos, que promovem menor impacto ambiental) configura-se como uma alternativa estratégica e urgente. Essa abordagem pode contribuir para i) reduzir o volume de resíduos sólidos enviados a aterros, ii) minimizar a emissão de gases de efeito estufa associados à decomposição e incineração de resíduos têxteis, iii) diminuir a demanda por matérias-primas

virgens e promover a economia circular e o uso eficiente de recursos e iv) atender às demandas por materiais de construção sustentáveis, alinhando-se às metas globais de desenvolvimento sustentável e combate às mudanças climáticas.

2. Fundamentação Teórica

Estudos recentes têm explorado o reaproveitamento de resíduos têxteis em compósitos e na construção civil, bem como os desafios e oportunidades ligados à sustentabilidade do setor. Os impactos ambientais da indústria têxtil apontam que o setor consome o equivalente a 86 milhões de piscinas olímpicas em recursos hídricos naturais e contribui com 9% da poluição por microplásticos nos oceanos (United Nations Environment Programme, 2023, p. 7, tradução nossa).

Diante desse cenário, esta revisão sistemática busca responder: como reduzir o impacto ambiental da indústria têxtil por meio do reuso de resíduos jeans? Para isso, é fundamental reunir e analisar as evidências disponíveis, identificando padrões, lacunas e tendências na literatura científica sobre o tema.

Segundo a Ellen MacArthur Foundation (2017), o modelo de economia circular baseia-se em três princípios. Cada um aborda diversos desafios de recursos e sistemas que o setor têxtil enfrenta hoje ou poderá enfrentar amanhã, sendo eles:

- **Projetar para eliminar resíduos e poluição:** Revelar e eliminar os impactos negativos da atividade econômica que causam danos à saúde humana e aos sistemas naturais.
- **Manter produtos e materiais em uso:** Projetar para durar, reutilizar, remanufaturar e reciclar para manter produtos, componentes e materiais circulando na economia.
- **Regenerar sistemas naturais:** Evitar o uso de recursos não renováveis e preservar ou aprimorar os renováveis.

A circularidade exige formas inteiramente novas de fazer negócios e, eventualmente, resultará em um setor que trará benefícios para os negócios, a sociedade e o meio ambiente. Ou seja, evoluir de uma indústria que produz grandes volumes de itens essencialmente descartáveis para uma que produz itens valiosos que permanecem em uso por um longo período antes de serem reaproveitados ou reciclados. (United Nations Environment Programme, 2021, p. 74, tradução nossa).

3. Procedimentos Metodológicos

A condução desta revisão sistemática fundamentou-se na metodologia PRISMA (Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-Análises), protocolo amplamente reconhecido e recomendado para garantir transparência, rigor e reprodutibilidade na elaboração de revisões sistemáticas e meta-análises (Page et al., 2021). O protocolo PRISMA orienta, de maneira estruturada, as principais etapas do processo de revisão, que incluem a identificação, triagem, avaliação de elegibilidade e inclusão dos estudos, além da definição clara dos critérios de inclusão e exclusão.

3.1. Identificação

A busca eletrônica foi realizada nas bases de dados *Scopus* e *Google Scholar*, sendo esta última acessada com o auxílio do software *Publish or Perish* (ferramenta gratuita amplamente utilizada para extrair, organizar e analisar citações acadêmicas provenientes do *Google Scholar*). A coleta de dados foi realizada em abril de 2025. Os descritores utilizados incluíram combinações dos termos “*residues AND (jeans OR denim) AND textile*”, aplicados de forma padronizada em ambas as plataformas. O recorte temporal para a revisão, definido entre 2015 e 2025, visou mapear avanços recentes na gestão de resíduos do setor têxtil.

3.2. Critérios de elegibilidade

Os critérios de elegibilidade foram definidos a partir do objetivo do estudo, conforme recomendações metodológicas para revisões sistemáticas e estão listados no Quadro 1:

Quadro 1: Estratégia de revisão bibliográfica.

Categoria	Conteúdo
Palavras-Chave	<i>residues AND (jeans or denim) AND textile</i>
Bases de Dados Consultadas	Scopus e Google Scholar.
Critérios de Inclusão	Estudos publicados entre 2015 e 2025; Artigos que abordam reciclagem, valorização, reaproveitamento ou economia circular em resíduos têxteis (algodão, poliéster e mistos).
Critérios de Exclusão	Documentos duplicados; Estudos publicados antes de 2015; Artigos fora do escopo temático (sem foco em resíduos têxteis ou reciclagem).

Fonte: A autora (2025).

A busca inicial identificou 299 estudos, dos quais 10 foram excluídos por duplicidade e 57 foram descartados por excederem o período estabelecido. Dos 232 restantes, 207 foram eliminados após análise preliminar de títulos e resumos, por não abordarem diretamente o tema proposto, restando 25 artigos elegíveis para análise qualitativa. O fluxograma apresentado na Figura 2 detalha o processo de seleção dos estudos incluídos nesta revisão.

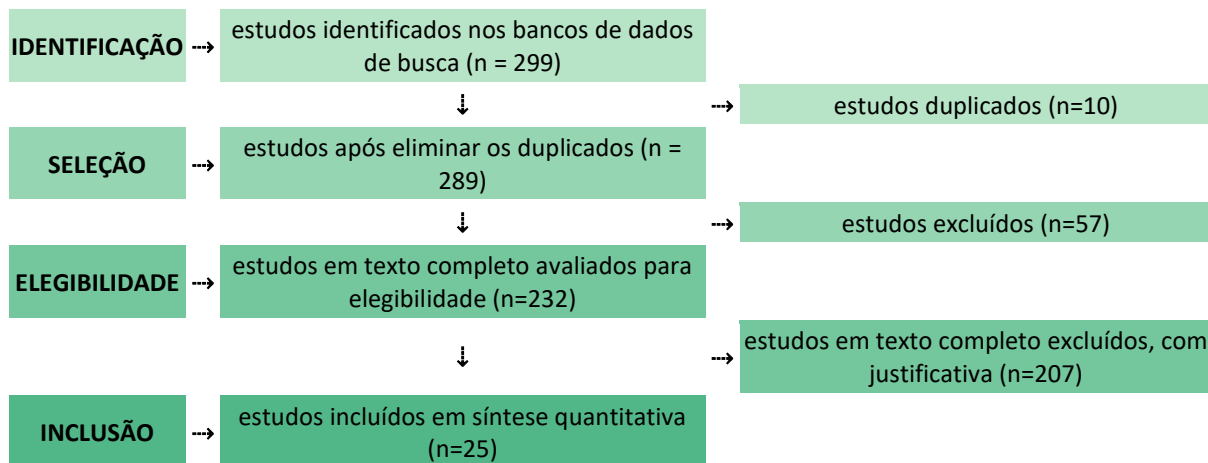


Figura 2: Fluxograma PRISMA - Adaptado. Fonte: A autora (2025).

Os resultados foram organizados em planilhas de controle, categorizando autores, ano de publicação, número de citações, foco temático e principais contribuições. Os dados extraídos contribuíram para a síntese qualitativa dos resultados e a discussão crítica dos avanços e desafios na área.

3.3. Avaliação de Risco de Viés nos Estudos Selecionados

A avaliação do risco de viés foi conduzida com base na ferramenta ROBIS (*Risk of Bias in Systematic Reviews*) (Brasil, 2017), desenvolvida para revisões sistemáticas, com o objetivo de evitar vieses e mudanças arbitrárias e de garantir transparência e reprodutibilidade. Além disso, a combinação de bases de dados amplia o alcance de publicações relevantes. A ferramenta está estruturada em três fases: 1) avaliação da relevância (opcional); 2) identificação dos potenciais riscos de viés durante o processo da revisão; e 3) avaliação do risco de viés geral (Brasil, 2017, p.9).

A metodologia acima mencionada foi aplicada em todos os 25 estudos selecionados, utilizando os domínios da Fase 2 da ferramenta, com o objetivo de identificar potenciais fontes de viés ao longo de todo o processo metodológico. Focou-se, ainda, em três aspectos principais: i) clareza dos objetivos de pesquisa, ii) adequação da proposta metodológica e iii) definição clara dos critérios de inclusão e exclusão. Cada artigo elegível foi classificado em três categorias, a fim de distinguir os diferentes níveis de vieses, a saber:

- BAIXO: Metodologia clara, critérios bem definidos, análise detalhada e transparência total.
- MODERADO: Limitações ou falta de detalhes em métodos e análises, embora os resultados permaneçam confiáveis.
- ALTO: Falta de clareza metodológica, ausência de critérios definidos e possível conflito de interesse não declarado.

Desse modo, a análise qualitativa dos artigos elegíveis identificou:

- 15 estudos (60%) apresentaram baixo risco de viés, com metodologia clara e dados sólidos;
- 08 estudos (32%) foram classificados com risco moderado, apresentando algumas limitações na descrição metodológica ou análise parcial;
- 02 estudos (8%) apresentaram alto risco de viés, principalmente devido à falta de transparência nos métodos ou ausência de critérios claros.

3.4. Avaliação de Risco de Viés Entre os Estudos

A diversidade de metodologias e tipos de estudo (experimentais, revisões e estudos de caso) influenciou o risco de viés global da revisão. Pesquisas experimentais e revisões sistemáticas bem estruturadas apresentaram baixo risco, reforçando a credibilidade das conclusões. Já estudos com risco moderado ou alto contribuíram para a diversidade temática, mas suas limitações foram consideradas na interpretação dos resultados para evitar vieses. O Quadro 2 apresenta a síntese qualitativa dos 25 artigos elegíveis para análise.

Quadro 2. Artigos elegíveis para análise.

RISCO DE VIÉS: BAIXO
Título: <i>Exploring the potential of cotton industry by products in the plastic composite sector: Macro and micromechanics study of the flexural modulus</i> Autores: Serra A, Serra-Parareda F, Vilaseca F, et al. Foco Temático: Reutilização de resíduos têxteis em compósitos
Título: <i>Incorporating Textile-Derived Cellulose Fibers for the Strengthening of Recycled Polyethylene Terephthalate for 3D Printing Feedstock Materials</i> Autores: Carrete IA, Quiñonez PA, Bermudez D, Roberson DA. Foco Temático: Reciclagem de fibras têxteis para impressão 3D
Título: <i>Environmental impacts of cotton and opportunities for improvement</i> Autores: Z Zhang, J Huang, Y Yao, et al. Foco Temático: Sustentabilidade e resíduos algodão
Título: <i>Eco-Friendly Finishes for Textile Fabrics</i> Autores: IB Khalifa, N Ladhari Foco Temático: Acabamentos ecológicos para tecidos têxteis
Título: <i>Circular economy: A sustainable model for waste reduction and wealth creation in the textile supply chain</i> Autores: AK Das, MF Hossain, BU Khan, et al. Foco Temático: Economia circular e resíduos têxteis
Título: <i>An overview of cotton and polyester, and their blended waste textile valorisation to value-added products</i> Autores: K Subramania, MK Sarkar, H Wang, et al. Foco Temático: Valorização resíduos têxteis
Título: <i>Sustainable applications of textile waste fiber in construction and geotechnical industries</i> Autores: SS Rahman, S Siddiqua, C Cherian Foco Temático: Aplicações sustentáveis de resíduos têxteis
Título: <i>Eco-sustainability of textile production: Waste recovery and recycling in composites</i> Autores: A Patti, G Cicala, D Acierno Foco Temático: Sustentabilidade e reciclagem em compósitos
Título: <i>Progress toward circularity of polyester and cotton textiles</i> Autores: S Wang, S Salmon Foco Temático: Circularidade em têxteis
Título: <i>Recent trends in sustainable textile waste recycling methods</i> Autores: N Pensupa, SY Leu, Y Hu, et al. Foco Temático: Métodos sustentáveis de reciclagem
Título: <i>Current recycling strategies and high-value utilization of waste cotton</i> Autores: L Lu, W Fan, X Meng, et al. Foco Temático: Estratégias de reciclagem e valorização do algodão
Título: <i>Possibility routes for textile recycling technology</i> Autores: D Damayanti, LA Wulandari, A Bagaskoro, et al. Foco Temático: Tecnologias de reciclagem têxtil
Título: <i>Fabric waste recycling: a systematic review of methods, applications, and challenges</i> Autores: DGK Dissanayake, DU Weerasinghe Foco Temático: Reciclagem de resíduos têxteis
Título: <i>Supply chain of waste cotton recycling and reuse: A review</i> Autores: S Johnson, D Echeverria, R Venditti, et al. Foco Temático: Cadeia de suprimentos para reciclagem de algodão
Título: <i>Valorization of textile waste: non-woven structures and composites</i> Autores: D Alves, M Barreiros, R Fanguero, D Ferreira Foco Temático: Valorização de resíduos têxteis em não-tecidos e compósitos
RISCO DE VIÉS: MODERADO
Título: <i>Prospects and challenges of recycling and reusing post-consumer garments: A review</i> Autores: MA Shahid, MT Hossain, MA Habib, et al. Foco Temático: Reciclagem de vestuário pós-consumo
Título: <i>Enzymes in Textile Industries</i> Autores: V Verma, S Joshi, M Choudhary, N Srivastava Foco Temático: Enzimas para reciclagem têxtil
Título: <i>Overview of the Process of Enzymatic Transformation of Biomass</i> Autores: N Singh, A Devi, MB Bishnoi, et al. Foco Temático: Transformação enzimática de resíduos

Título: <i>Textile Recycling and Recovery: An Eco-friendly Perspective on Textile and Garment Industries Challenges</i> Autores: S Abrishami, A Shirali, N Sharples, et al. Foco Temático: Reciclagem e recuperação de resíduos têxteis
Título: <i>The challenge of “Depeche Mode” in the fashion industry—Does the industry have the capacity to become sustainable through circular economic principles, a scoping review</i> Autores: CA Moran, E Eichelmann, CJ Buggy Foco Temático: Economia circular na indústria têxtil
Título: <i>Recent advances in recycling technologies for waste textile fabrics: a review</i> Autores: RB Baloyi, OJ Gbadeyan, B Sithole, V Chunilall Foco Temático: Tecnologias de reciclagem têxtil
Título: <i>A call for a fashion pact: challenges and opportunities for circular economy in the brazilian fashion industry</i> Autores: AF Ribas, AC Costaldello, RR Bacellar, et al. Foco Temático: Economia circular na moda brasileira
Título: <i>Transforming textile wastes into biobased building blocks via enzymatic hydrolysis: A review of key challenges and opportunities</i> Autores: RE Vera, F Zambrano, A Suarez, et al. Foco Temático: Conversão enzimática de resíduos têxteis
RISCO DE VIÉS: ALTO
Título: <i>Turning Waste Into Power: Bioenergy from Textile Effluent Treatment</i> Autores: I Liaqat, A Rehman, G Yang, S Ali, M Arshad Foco Temático: Bioenergia de resíduos têxteis
Título: <i>Advancing Textile Waste Recycling: Challenges and Opportunities Across Polymer and Non-Polymer Fiber Types</i> Autores: MS Abbas-Abadi, B Tomme, B Goshayeshi, et al. Foco Temático: Reciclagem de fibras poliméricas e não poliméricas

Fonte: A autora (2025).

4. Resultados

A presente revisão sistemática identifica um conjunto consistente de estudos que abordam a reciclagem e valorização de resíduos têxteis, especialmente aqueles provenientes da cadeia produtiva de algodão, poliéster e fibras mistas. A síntese dos resultados destaca três grandes eixos temáticos, identificados a partir dos resumos, palavras-chave e temas centrais. Para cada estudo, com base em seu tema central, analisou-se se havia referência — explícita ou implícita — a outros eixos temáticos.

4.1. Reciclagem e Valorização de Resíduos Têxteis

Evidências indicam o potencial de diversas tecnologias (mecânica, química e biotecnológica) para transformar resíduos em novos produtos (compósitos, não-tecidos, materiais para a construção civil). A força da evidência é moderada a alta, com estudos experimentais e revisões demonstrando a viabilidade técnica e econômica de algumas abordagens (Wang & Salmon, 2022; Dissanayake & Weerasinghe, 2021).

A combinação de reciclagem mecânica e química de resíduos de algodão pode levar a uma melhor utilização dos materiais e a mais opções de aplicação de coprodutos que aproveitem as mudanças no comprimento de fibra e no Grau de Polimerização (GP) que ocorrem durante a reciclagem (Wang & Salmon, 2022, p. 383, tradução nossa).

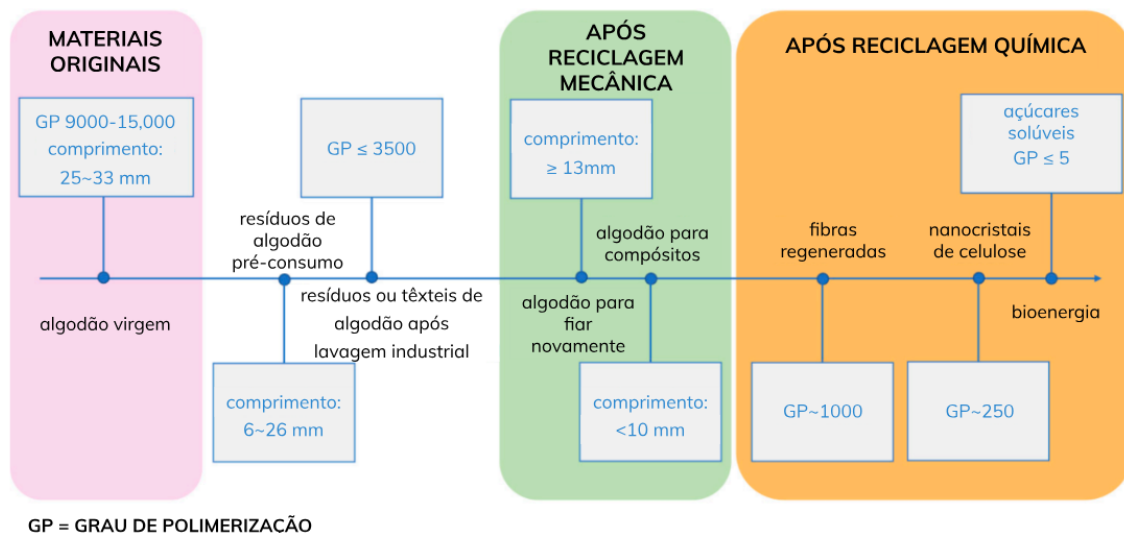


Figura 3: Diagrama esquemático que mostra mudanças nas propriedades microscópicas do algodão após diferentes estágios de uso e reciclagem. Nota. adaptado de Wang & Salmon (2022, p. 383).

Conforme Figura 3, a reciclagem mecânica é apontada como mais viável para resíduos de algodão, embora com limitações quanto à qualidade das fibras recuperadas. A reciclagem química, por outro lado, permite a separação de fibras em tecidos mistos, ampliando a gama de aplicações e a pureza do material resultante. Processos biotecnológicos, utilizando enzimas específicas, reconhecidamente se destacam pela seletividade e menor impacto ambiental.

O desafio está em escalar tais inovações, já que frequentemente encontram-se em fase laboratorial ou restrita a nichos de mercado. A maior oportunidade, agora, reside na transferência destas soluções do laboratório para a indústria, o que depende do desenvolvimento de normativas, certificações e parâmetros de qualidade objetivamente reconhecidos pelo setor. Entretanto, permanecem obstáculos importantes relacionados à logística e à triagem eficiente dos resíduos. A análise de Shahid et al. (2024) evidencia que, para viabilizar a reciclagem de vestuário pós-consumo em escala, são indispensáveis sistemas de coleta seletiva, além de soluções para a separação e classificação dos materiais, reduzindo os gargalos técnicos e econômicos envolvidos no processo (Figura 4).



Figura 4: Ciclo de vida de um bioplástico feito de roupas pós-consumo. Fonte: adaptado de Shahid et al. (2024, p. 09).

A incorporação de resíduos têxteis em matrizes cimentícias e compósitos para a construção civil representa uma oportunidade de alto impacto, promovendo duplo benefício: redução de resíduos e diminuição do uso de matérias-primas convencionais. A relevância é alta, considerando a urgência de reduzir o volume de resíduos têxteis descartados e atenuar seus impactos ambientais.

4.2. Economia Circular e Sustentabilidade na Cadeia Têxtil

O modelo da economia circular estrutura-se sobre a recirculação contínua de recursos por meio do reaproveitamento e da valorização dos resíduos em toda a cadeia produtiva. Modelos de negócio que implementam esse conceito vêm sendo reconhecidos como alternativa essencial para mitigar os impactos ambientais do setor têxtil, especialmente diante da baixa taxa global de reciclagem.

A força da evidência é moderada, com estudos de caso e análises conceituais (Moran et al., 2021; Das et al., 2024; Ribas et al., 2023) que destacam iniciativas como sistemas de logística reversa e empresas dedicadas ao upcycling criativo, onde todas as iniciativas fomentam a reintrodução de resíduos têxteis na cadeia de valor, gerando ganhos econômicos e benefícios sociais (Figura 5).



Figura 5: Principais diferenças entre modelos econômicos lineares e circulares. Fonte: adaptado de Das et al. (2025, p. 10).

A valorização social e a geração de renda associadas à reciclagem podem impulsionar o desenvolvimento local, especialmente em polos produtivos como Toritama (PE), onde a confecção e comercialização de jeans sustentam a economia. Essas iniciativas favorecem o surgimento de cooperativas, microempresas e projetos de capacitação voltados ao reaproveitamento de resíduos, promovendo inclusão social e dinamização econômica. O município responde por cerca de 16% da produção nacional de jeans, cerca de 60 milhões de peças por ano, com mais de 3 mil confecções e 50 lavanderias industriais (Prefeitura Municipal de Toritama, s.d.). Contudo, persistem desafios, como a percepção de menor valor dos produtos reciclados, a carência de estrutura logística e a ausência de incentivos regulatórios. A articulação entre avaliação do ciclo de vida (ACV), políticas públicas e conscientização do consumidor é essencial para fortalecer a transição do modelo linear ao circular e ampliar o uso de resíduos como insumos produtivos.

4.3. Tecnologias e Processos Inovadores

Os avanços tecnológicos figuram como um dos pilares mais promissores para a transformação do cenário atual. Enzimas, processos químicos avançados e tecnologias de impressão 3D surgem como alternativas promissoras para transformar resíduos têxteis. Exemplos práticos incluem blocos construtivos e isolantes fabricados com alto percentual de jeans reciclado, que apresentam boa performance técnica e promovem forte redução dos resíduos enviados a aterros. A força da evidência é moderada, com estudos demonstrando o potencial de algumas tecnologias em escala laboratorial (Pensupa et al., 2017; Baloyi et al., 2023). Um avanço notório refere-se à integração de fibras têxteis recicladas na manufatura aditiva (impressão 3D) (Figura 6). Conforme Carrete et al. (2020), a incorporação de fibras de celulose têxtil reciclada em PET reciclado não apenas melhora as propriedades mecânicas do filamento, tornando-o apto à produção de peças robustas, mas também expande o escopo de valorização dos resíduos têxteis para tecnologias inovadoras.

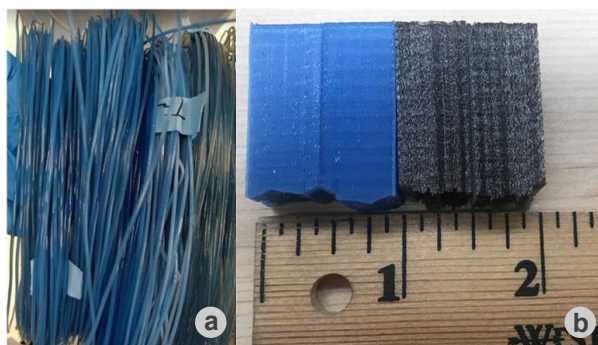


Figura 6: Filamento compatível com a maioria das impressoras 3D. Nota. a) Filamento extrudado de PET reciclado e; b) Corpos de prova de impacto usados, onde os corpos de prova mais claros são PET reciclado e os mais escuros são o compósito PET reciclado com algodão branco. Fonte: Carrete et al. (2020, p. 665).

Destaca-se o potencial do Brasil, enquanto grande polo têxtil, para liderar pesquisas interdisciplinares contextualizadas à sua realidade social e produtiva, especialmente em arranjos produtivos locais como o de Toritama. A relevância é moderada a alta, considerando o potencial de criar novos mercados e produtos a partir de resíduos.

5. Análises dos Resultados e Discussões

Os resultados desta revisão sistemática reforçam a crescente importância da reciclagem e valorização de resíduos têxteis como estratégias para promover a sustentabilidade na indústria. A diversidade de tecnologias e aplicações identificadas demonstra o potencial de transformar resíduos em recursos valiosos, reduzindo assim a pressão sobre o meio ambiente e criando novas oportunidades de negócios. Contudo, a interpretação destes resultados deve ser feita com cautela, considerando as seguintes limitações:

- Diferentes métodos de abordagem: Os estudos incluídos apresentam uma variedade significativa em termos de experimentação, abordagens, tipos de resíduos têxteis e critérios de avaliação, o que dificulta a comparação direta e a síntese quantitativa dos achados.

- Falta de representatividade regional: A concentração de estudos em países desenvolvidos e a escassez de pesquisas em contextos como países do Sul Global limitam a aplicabilidade dos resultados a diferentes realidades socioeconômicas e ambientais.

A generalização das conclusões desta revisão para contextos globais deve considerar essas disparidades metodológicas e geográficas.

6. Considerações Finais

A revisão sistemática evidencia que a reciclagem e valorização dos resíduos têxteis constituem estratégias fundamentais para uma indústria mais sustentável, especialmente frente aos desafios ambientais gerados pela cadeia de algodão, poliéster e fibras mistas. Soluções mecânicas, químicas e biotecnológicas destacam-se pela habilidade de transformar resíduos em novos produtos, com destaque para materiais de construção civil, embora a diversidade metodológica e a baixa representatividade regional limitem a generalização dos resultados. Portanto, impulsionar a economia circular e expandir modelos de negócio baseados no reaproveitamento contínuo de recursos é crucial para mitigar impactos ambientais e fomentar o desenvolvimento regional, sobretudo em polos como Toritama.

Para consolidar esse avanço, é necessário superar barreiras logísticas, mercadológicas e regulatórias, integrando políticas públicas, avaliação de ciclo de vida e mobilização dos consumidores e da indústria. Recomenda-se ainda fortalecer a produção científica com pesquisas diversificadas e metodologicamente padronizadas, capazes de servir como base para normativas, certificações e parâmetros de qualidade, acelerando a transição do laboratório para a aplicação industrial. Assim, os resíduos têxteis assumem papel protagonista na economia de baixo carbono e na redução dos impactos ambientais globais, alinhando-se às metas de desenvolvimento sustentável e à inovação social.

Referências

ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo: ABRELPE, 2022.

BALOYI, R. et al. Recent advances in recycling technologies for waste textile fabrics: a review. **Textile Research Journal**, v. 94, n. 3-4, p. 508-529, nov. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. **ROBIS – Risk of Bias in Systematic Reviews**: ferramenta para avaliar o risco de viés em revisões sistemáticas: orientações de uso. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2017.

CARRETE, I. et al. Incorporating textile-derived cellulose fibers for the strengthening of recycled polyethylene terephthalate for 3D printing feedstock materials. **Journal of Polymers and the Environment**, v. 29, p. 662-671, out. 2020.

DAS, A. et al. Circular economy: a sustainable model for waste reduction and wealth creation in the textile supply chain. **SPE Polymers**, v. 6, n. 1, 2024.

DISSANAYAKE, K.; WEERASINGHE, D. Fabric waste recycling: a systematic review of methods, applications, and challenges. **Materials Circular Economy**, v. 3, n. 24, out. 2021.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **A new textiles economy**: redesigning fashion's future. Reino Unido: Ellen MacArthur Foundation, 2017. Disponível em: <https://content.ellenmacarthurfoundation.org/m/6d5071bb8a5f05a2/original/A-New-Textiles-Economy-Redesigning-fashions-future.pdf>. Acesso em: 27 mai. 2025.

KANT, R. Textile dyeing industry: an environmental hazard. **Natural Science**, v. 4, n. 1, p. 22-26, jan. 2012.

MORAN, C.; EICHELMANN, E.; BUGGY, C. The challenge of “Depeche Mode” in the fashion industry: does the industry have the capacity to become sustainable through circular economic principles? A scoping review. **Sustainable Environment**, v. 7, n. 1, ago. 2021.

PAGE, M. J. et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **BMJ**, v. 372, n. 71, mar. 2021. Disponível em: <https://www.bmj.com/content/372/bmj.n71>. Acesso em: 7 jul. 2025.

PENSUPA, N. et al. Recent trends in sustainable textile waste recycling methods: current situation and future prospects. **Topics in Current Chemistry**, v. 375, n. 76, ago. 2017.

PREFEITURA MUNICIPAL DE TORITAMA. **Feira do Jeans. Toritama, [s. d.]**. Disponível em: <https://toritama.pe.gov.br/feira-do-jeans/>. Acesso em: 9 dez. 2025.

PRINCIPAIS itens para relatar revisões sistemáticas e meta-análises: a recomendação PRISMA. **Epidemiol. Serv. Saúde**, Brasília, v. 24, n. 2, p. 335-342, jun. 2015. Disponível em: http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742015000200017. Acesso em: 7 jul. 2025.

RIBAS, A. et al. A call for a fashion pact: challenges and opportunities for circular economy in the Brazilian fashion industry. **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, v. 21, n. 7, p. 6168-6187, jul. 2023.

SHAHID, A. et al. Prospects and challenges of recycling and reusing post-consumer garments: a review. **Cleaner Engineering and Technology**, v. 19, abr. 2024.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Catalysing science-based policy action on sustainable consumption and production**: the value-chain approach and its application to food, construction and textiles. Nairobi: UNEP, 2021. Disponível em: <https://knowledge4policy.ec.europa.eu/sites/default/files/CSB.pdf>. Acesso em: 27 mai. 2025.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Sustainability and circularity in the textile value chain**: a global roadmap. Paris: UNEP, 2023. Disponível em: <https://www.unep.org/resources/publication/sustainability-and-circularity-textile-value-chain-global-roadmap>. Acesso em: 27 mai. 2025.

WANG, S.; SALMON, S. Progress toward circularity of polyester and cotton textiles. **Sustainable Chemistry**, v. 3, n. 3, p. 376-403, set. 2022.