

REUTILIZAÇÃO E RECICLAGEM DE RESÍDUOS TÊXTEIS: DESAFIOS E PERSPECTIVAS PARA A ECONOMIA CIRCULAR

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.8.25.IV-037>

Thallita Puzi Ferrassa (*), Letícia do Nascimento Idalgo, Thamara Regina Godoi Cruz, Daiane Maria De Genaro Chiroli, Igor José Botelho Valques

* Acadêmica do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana-PEU, Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Engenharia Civil-DEC, thallitapuzi@gmail.com

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo principal realizar uma revisão aprofundada da literatura científica sobre a reutilização e reciclagem de resíduos têxteis, com foco na sistematização de estratégias tecnológicas, desafios e oportunidades para a construção de uma economia circular no setor. O objeto de estudo são os resíduos gerados ao longo da cadeia produtiva da indústria da moda, desde a fabricação até o descarte, cujas características dificultam sua gestão sustentável. A pesquisa justifica-se pela urgência de enfrentar os impactos ambientais, sociais e econômicos da produção têxtil, especialmente diante do avanço do modelo fast fashion e da ausência de políticas públicas específicas. A importância do tema reside na necessidade de promover soluções integradas que aliem inovação tecnológica, engajamento social e transformação cultural. A metodologia adotada foi uma revisão bibliográfica estruturada, com base em 10 artigos científicos selecionados por sua relevância e qualidade, os quais permitiram traçar um panorama crítico e abrangente das práticas atuais. Os resultados revelam a predominância da reciclagem mecânica, apesar de suas limitações técnicas, ao passo que a reciclagem química e biológica despontam como alternativas promissoras, embora ainda pouco difundidas por conta de seu alto custo e complexidade operacional. Também se destaca a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) como ferramenta metodológica capaz de guiar decisões mais sustentáveis ao identificar os impactos ambientais de cada rota tecnológica. Observa-se ainda que a eficiência da gestão dos resíduos está fortemente atrelada à qualidade da triagem, à infraestrutura disponível e à atuação coordenada entre empresas, governos e consumidores. A reutilização de roupas, apesar de ser uma prática ambientalmente eficaz, encontra obstáculos culturais e simbólicos que limitam sua adoção em larga escala. A conclusão aponta para a necessidade de políticas públicas mais consistentes, investimentos em tecnologias limpas e programas de educação ambiental que incentivem a corresponsabilidade dos agentes envolvidos.

PALAVRAS-CHAVE: Reciclagem têxtil, economia circular, moda sustentável, reutilização de roupas, gestão de resíduos.

ABSTRACT

This study aims to conduct an in-depth review of the scientific literature on the reuse and recycling of textile waste, focusing on the systematization of technological strategies, challenges, and opportunities for building a circular economy in the textile sector. The object of study is the waste generated throughout the fashion industry's production chain, from manufacturing to disposal, whose characteristics hinder sustainable management. The research is justified by the urgency of addressing the environmental, social, and economic impacts of textile production, especially in light of the expansion of the fast fashion model and the lack of specific public policies. The relevance of the topic lies in the need to promote integrated solutions that combine technological innovation, social engagement, and cultural transformation. The methodology adopted was a structured literature review based on 10 high-quality scientific articles selected for their thematic relevance, which enabled the construction of a comprehensive and critical overview of current practices. The results reveal the predominance of mechanical recycling, despite its technical limitations, while chemical and biological recycling emerge as promising alternatives, although still not widely implemented due to high costs and operational complexity. Life Cycle Assessment (LCA) also stands out as a methodological tool capable of guiding more sustainable decisions by identifying the environmental impacts of each technological route. The efficiency of waste management is strongly linked to the quality of sorting, the infrastructure available, and coordinated actions among businesses, governments, and consumers. Clothing reuse, while environmentally effective, faces cultural and symbolic barriers that limit its large-scale adoption. The conclusion points to the need for more robust public policies, investment in clean technologies, and environmental education programs that foster shared responsibility among stakeholders.

KEY WORDS: Textile recycling, circular economy, sustainable fashion, clothing reuse, waste management.

INTRODUÇÃO

A complexidade associada à gestão dos resíduos têxteis está diretamente relacionada ao ciclo de vida dos produtos da indústria da moda, caracterizado por etapas intensivas em insumos naturais e processos industriais com alto consumo energético (Loo, Yu e Hu, 2023). Desde o cultivo das matérias-primas — como algodão e fibras sintéticas — até a confecção, transporte, comercialização e descarte, cada fase contribui para a pegada ecológica do setor, tornando a cadeia produtiva uma das mais problemáticas do ponto de vista ambiental. Somado a isso, o crescimento do modelo “fast fashion” — baseado na produção em massa, baixos preços e constante renovação de coleções — agrava o problema, pois incentiva a compra impulsiva e o descarte precoce de peças que ainda poderiam ter um longo tempo de uso (Saha, Dey e Kumar, 2024).

Nesse cenário, o desafio da reutilização e da reciclagem de resíduos têxteis não se limita à dimensão técnica dos processos industriais. Ele envolve também aspectos culturais, econômicos, institucionais e sociais. O fato de grande parte dos resíduos têxteis não serem reutilizados ou reciclados está fortemente vinculado à falta de infraestrutura adequada, ao desconhecimento sobre rotas tecnológicas viáveis e à ausência de políticas públicas específicas para o setor. Mesmo em contextos onde existem tecnologias avançadas para a separação e reaproveitamento de materiais, sua aplicação em larga escala ainda é limitada por barreiras como custos elevados, exigência de mão de obra qualificada e entraves regulatórios. Além disso, o comportamento do consumidor desempenha papel central na geração de resíduos, especialmente em sociedades nas quais o valor simbólico da moda supera a funcionalidade e durabilidade das roupas (Huang et al., 2024).

A ausência de mecanismos estruturados de coleta seletiva e de triagem eficiente dos resíduos têxteis constitui um dos principais gargalos do sistema atual. Em muitas regiões, as roupas descartadas seguem diretamente para os aterros sanitários ou são incineradas, desperdiçando recursos que poderiam ser reintegrados à cadeia produtiva (Tian et al., 2024). A separação inadequada compromete a qualidade do material reciclado e dificulta a aplicação de tecnologias específicas, como a reciclagem química ou biológica, que demandam tecidos livres de contaminações ou misturas. Embora iniciativas automatizadas baseadas em visão computacional e inteligência artificial estejam em expansão, sua implementação requer investimentos que nem sempre são compatíveis com os orçamentos disponíveis em centros de gestão de resíduos (Rahaman et al., 2024).

Neste sentido, a justificativa para este trabalho fundamenta-se na urgência de promover soluções integradas que ampliem a circularidade dos resíduos têxteis e minimizem os danos causados ao meio ambiente. Ao propor uma revisão da literatura científica sobre o tema, o estudo pretende sistematizar os conhecimentos existentes e destacar boas práticas, inovações tecnológicas e propostas institucionais que possam contribuir para transformar o atual modelo linear de produção e descarte em um sistema circular, economicamente viável e ambientalmente seguro (Loo, Yu e Hu, 2023). A intenção é subsidiar pesquisadores, gestores públicos, empresários e demais interessados com informações atualizadas e organizadas de forma crítica, oferecendo uma base conceitual consistente para a formulação de políticas, o desenvolvimento de produtos e a adoção de condutas mais responsáveis.

A contribuição central deste trabalho reside na abordagem multidimensional adotada, que articula aspectos técnicos, econômicos, ambientais e sociais da gestão de resíduos têxteis. Com isso, pretende-se romper com a visão reducionista que enxerga a reciclagem apenas como um problema tecnológico e ampliar o debate para incluir temas como o comportamento do consumidor, os modelos de negócio baseados na reutilização, a importância da educação ambiental e a responsabilidade compartilhada entre os agentes da cadeia produtiva (Sandin e Peters, 2018). Ao fazer isso, o estudo enfatiza que a mudança desejada não será alcançada apenas com novas máquinas ou processos, mas exige uma transformação cultural profunda, voltada à sustentabilidade e à ética no consumo.

No tocante às soluções, destaca-se a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) como uma ferramenta metodológica essencial para orientar as decisões relacionadas à reutilização e reciclagem. A ACV permite comparar diferentes rotas tecnológicas, considerando não apenas os custos financeiros, mas também os impactos ambientais e sociais associados a cada alternativa. Com base em indicadores como a emissão de gases de efeito estufa, o consumo de energia e água e a geração de resíduos secundários, é possível identificar quais métodos de reaproveitamento apresentam melhor desempenho sob a ótica da sustentabilidade. A literatura revisada demonstra que a aplicação da ACV ainda é incipiente em muitos contextos, mas possui grande potencial para qualificar as escolhas de gestores e tomadores de decisão (Amicarelli et al., 2022).

Outra solução promissora é o fortalecimento de mecanismos de Responsabilidade Estendida do Produtor (REP), que transferem aos fabricantes e varejistas a obrigação de garantir o destino adequado dos produtos após seu uso. Essa

estratégia tem se mostrado eficaz em países que adotaram marcos regulatórios claros e sistemas de incentivos voltados à logística reversa, à coleta seletiva e ao redesenho de produtos com foco na reciclabilidade. A ampliação da REP no setor têxtil pode estimular inovações em design, promover parcerias entre empresas e cooperativas de catadores e fomentar modelos de negócio sustentáveis, como os marketplaces de roupas usadas e as plataformas de aluguel de vestuário (Leal Filho et al., 2019).

Complementarmente, o estímulo a cadeias produtivas locais baseadas na reciclagem e na reutilização pode gerar benefícios econômicos e sociais significativos. A criação de empregos verdes, a valorização do trabalho manual qualificado e a dinamização de mercados de segunda mão são exemplos de externalidades positivas que decorrem da adoção de práticas circulares no setor têxtil. Tais estratégias são particularmente relevantes em regiões com altos índices de desemprego ou forte presença da informalidade, pois permitem aliar inclusão produtiva e sustentabilidade (Papamichael et al., 2024).

É importante destacar, ainda, que a reutilização das roupas — por meio da revenda, troca ou doação — constitui uma das práticas mais eficientes em termos de economia de recursos. Ao estender o tempo de vida útil das peças, reduz-se a necessidade de produção de novos itens e, consequentemente, os impactos associados à extração de matérias-primas e ao processo fabril. No entanto, o sucesso dessa abordagem depende de mudanças nos padrões culturais e na percepção de valor dos consumidores, que ainda associam roupas usadas à perda de status ou qualidade inferior. Por isso, campanhas de conscientização, incentivos fiscais e a atuação de influenciadores sociais podem desempenhar um papel importante na valorização da moda circular (Sandin e Peters, 2018).

Além disso, a literatura aponta a necessidade de desenvolver políticas públicas que contemplem toda a cadeia de valor dos resíduos têxteis, desde a produção até o descarte. Essas políticas devem incluir incentivos à inovação tecnológica, linhas de financiamento específicas, certificações ambientais e instrumentos regulatórios que obriguem a adoção de práticas sustentáveis pelas empresas. Também é fundamental que sejam estabelecidos mecanismos de monitoramento e avaliação dos programas implantados, de forma a garantir sua efetividade e permitir ajustes ao longo do tempo (Saha, Dey e Kumar, 2024).

Por fim, destaca-se que a transição para um modelo de economia circular na indústria têxtil depende do engajamento coletivo de diferentes setores da sociedade. Empresas, governos, universidades e consumidores precisam atuar de forma coordenada, compartilhando responsabilidades e promovendo ações integradas. A construção de alianças intersetoriais e o investimento em educação ambiental são estratégias-chave para consolidar esse processo de mudança e garantir que os benefícios ambientais, sociais e econômicos da reutilização e reciclagem de resíduos têxteis sejam plenamente alcançados (Morell-Delgado, Talens Peiró e Toboso-Chavero, 2024).

OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho é realizar uma revisão aprofundada da literatura científica voltada à temática da reutilização e da reciclagem de resíduos têxteis, a fim de compreender de maneira ampla e crítica como essas práticas têm sido desenvolvidas em diferentes contextos. O estudo busca reunir, analisar e sistematizar informações sobre as principais ações já implementadas na área, avaliando seus resultados, suas limitações e seu potencial de replicabilidade. Além disso, pretende-se identificar os principais desafios que ainda dificultam o avanço dessas estratégias, como a ausência de políticas públicas específicas, a carência de tecnologias adequadas, a dificuldade de triagem e separação dos materiais, bem como a baixa adesão da população e do setor produtivo a modelos de economia circular.

Outro aspecto central deste estudo é o esforço para evidenciar oportunidades de melhoria nas práticas atuais, considerando tanto os avanços tecnológicos quanto as inovações em políticas públicas, modelos de negócio e comportamentos sociais. Para isso, adota-se como base analítica a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), uma ferramenta que permite mensurar os impactos ambientais, sociais e econômicos associados a diferentes alternativas de gestão dos resíduos têxteis, desde a produção até o descarte. Ao utilizar a ACV como referência, o trabalho busca demonstrar como os dados técnicos podem orientar decisões mais sustentáveis, contribuindo para a formulação de estratégias mais eficazes de reaproveitamento.

Por fim, este estudo também aponta para a necessidade de construção de políticas públicas integradas, investimentos em tecnologias limpas e ações de sensibilização social que viabilizem a implementação de soluções circulares no setor têxtil. Ao destacar a importância da reutilização e reciclagem como caminhos para reduzir o impacto ambiental da

indústria da moda, o trabalho pretende oferecer subsídios teóricos e práticos para a transição rumo a uma economia circular mais eficiente, justa e ambientalmente responsável.

METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste estudo baseia-se em uma revisão bibliográfica sobre a reutilização e reciclagem de resíduos têxteis. Para tanto, foram selecionados artigos científicos de alta qualidade por meio de buscas realizadas em bases de dados renomadas, como a Scopus. Os critérios de seleção envolveram a relevância temática, além da classificação Qualis dos periódicos. A partir dessas buscas, foram selecionados 10 artigos que atendiam aos critérios estabelecidos. A análise dos estudos identificados permitiu uma avaliação abrangente sobre as práticas existentes de reciclagem e reutilização de resíduos têxteis, bem como os desafios e oportunidades para aprimorar a gestão desses materiais. Dessa forma, a metodologia adotada possibilitou a construção de um panorama detalhado sobre o tema.

RESULTADOS

Os resultados obtidos a partir da revisão da literatura evidenciam a complexidade e a importância da gestão eficiente de resíduos têxteis para a construção de uma economia circular mais eficaz e ambientalmente responsável. Trata-se de um desafio multifacetado, que envolve desde a concepção dos produtos até o seu descarte, demandando esforços conjuntos de diversos atores sociais. Nesse contexto, a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) tem se consolidado como uma ferramenta essencial na mensuração dos impactos ambientais relacionados à cadeia têxtil, permitindo uma análise comparativa entre os diferentes métodos de reaproveitamento e descarte. Através da ACV, observa-se que abordagens como a reciclagem mecânica, química e biológica proporcionam vantagens significativas para a redução do consumo de recursos naturais e para a mitigação dos efeitos negativos da indústria sobre o meio ambiente (Amicarelli et al., 2022).

A aplicação da ACV tem se mostrado particularmente relevante para identificar os “hotspots” ambientais de cada processo, ou seja, os pontos críticos em termos de emissões e consumo de energia ao longo da cadeia. Isso permite que as estratégias de reaproveitamento de resíduos sejam orientadas por dados concretos e baseadas em evidências, favorecendo escolhas mais sustentáveis. Além disso, a ACV oferece suporte para decisões empresariais e regulatórias, contribuindo com informações essenciais para a formulação de políticas públicas voltadas à sustentabilidade do setor têxtil (Amicarelli et al., 2022).

Entre as abordagens de reaproveitamento, a reciclagem mecânica se destaca como a mais adotada atualmente, sobretudo em países que possuem infraestrutura limitada para processos mais complexos. Sua principal vantagem reside na simplicidade do processo e na possibilidade de reciclar tecidos sem o uso de reagentes químicos agressivos, o que reduz os impactos ambientais diretos (Huang et al., 2024). Essa técnica é amplamente utilizada para roupas de algodão e poliéster, podendo gerar novos fios ou enchimentos para colchões e estofados. No entanto, esse método apresenta desafios substanciais relacionados à qualidade do produto final, já que as fibras tendem a se degradar a cada ciclo de reutilização, perdendo resistência, elasticidade e aplicabilidade. Essa limitação é particularmente evidente na produção de tecidos de alta qualidade, como os utilizados no setor de moda de luxo e em aplicações técnicas (Loo, Yu e Hu, 2023).

Além disso, a eficiência da reciclagem mecânica é ainda maior quando aplicada a tecidos compostos exclusivamente por fibras naturais, como o algodão. Entretanto, sua performance é significativamente reduzida quando confrontada com tecidos mistos, que exigem processos de separação complexos. Nessas situações, é comum o uso de tecnologias auxiliares que realizam a triagem dos materiais, mas tais soluções ainda enfrentam barreiras operacionais e financeiras, especialmente em países em desenvolvimento. A presença de fibras sintéticas, como poliéster e elastano, impõe obstáculos à pureza do material reciclado e demanda tratamentos adicionais, que nem sempre são economicamente viáveis ou ambientalmente seguros (Loo, Yu e Hu, 2023).

A reciclagem química, por sua vez, tem se mostrado uma alternativa promissora ao possibilitar a recuperação de fibras com propriedades próximas às originais, inclusive em tecidos mistos. Tecnologias inovadoras permitem a separação precisa dos componentes e a conversão dos resíduos em polímeros e fibras de alta qualidade. Esse processo viabiliza a reinserção do material reciclado na cadeia produtiva sem perdas significativas de desempenho (Papamichael et al., 2024). Em especial, têm sido desenvolvidos métodos de despolimerização e re-polimerização que permitem transformar resíduos têxteis em novas fibras sintéticas, como o PET reciclado. No entanto, esse método requer alto investimento inicial, consumo elevado de energia e a existência de plantas industriais específicas, o que limita sua aplicação em larga

escala. Além disso, a geração de subprodutos químicos representa um desafio adicional, exigindo sistemas eficazes de controle e tratamento para garantir que o processo permaneça ambientalmente seguro (Papamichael et al., 2024).

A terceira abordagem analisada é a reciclagem biológica, que vem ganhando destaque pela sua menor agressividade ambiental e capacidade de tratar diferentes tipos de tecidos. Essa técnica emprega enzimas e microrganismos que degradam os materiais têxteis em componentes reutilizáveis, como a celulose regenerada. Estudos recentes apontam que, a partir do algodão reciclado biologicamente, é possível obter nanocristais de celulose com aplicações em setores tecnológicos de ponta, como eletrônicos e compósitos estruturais. A biotecnologia oferece, portanto, uma rota alternativa para a valorização de resíduos, especialmente em países com forte vocação para a inovação em bioprocessos. Apesar do seu alto potencial, a reciclagem biológica ainda enfrenta entraves relacionados à escalabilidade do processo, à padronização dos resultados e à competitividade em termos de custo frente aos métodos mais consolidados (Rahaman et al., 2024).

Além das questões tecnológicas, a revisão da literatura revelou que a eficiência da reciclagem depende fortemente da etapa de triagem dos resíduos. A separação manual, ainda amplamente utilizada, é ineficaz e demorada, comprometendo a qualidade dos materiais recuperados e elevando os custos operacionais. Como resposta a esse desafio, novas soluções têm sido implementadas com o apoio de tecnologias emergentes. O uso de sensores ópticos, algoritmos de inteligência artificial e visão computacional já permite automatizar o processo de triagem, aumentando a precisão na identificação dos materiais e melhorando a taxa de recuperação. Essas ferramentas são capazes de distinguir entre fibras naturais e sintéticas, identificar colorações e até detectar contaminações, conferindo maior confiabilidade ao processo de separação (Tian et al., 2024).

Contudo, a adoção dessas tecnologias depende de investimentos substanciais e de capacitação técnica para sua operação. Em ambientes com infraestrutura precária, essa automação ainda é vista como um obstáculo, mas em longo prazo pode representar uma solução viável para escalar a circularidade do setor têxtil. Outro ponto crítico identificado diz respeito à baixa taxa de recolhimento seletivo de resíduos têxteis, fator que compromete a eficácia de qualquer estratégia circular. Em diversas regiões, ainda predomina o descarte indiscriminado, o que torna a recuperação de materiais extremamente limitada. A falta de programas estruturados de coleta seletiva, aliada à baixa conscientização da população, compromete a triagem eficiente e aumenta o volume de resíduos inutilizáveis (Morell-Delgado, Talens Peiró e Toboso-Chavero, 2024).

Nesse sentido, políticas públicas voltadas para a ampliação da coleta seletiva e campanhas de educação ambiental são medidas indispensáveis para promover uma gestão mais eficaz dos resíduos. Modelos de logística reversa e parcerias entre setor público e empresas privadas têm mostrado bons resultados em contextos locais, sobretudo quando incluem incentivos à população para a devolução de produtos usados. Paralelamente à reciclagem, a reutilização de roupas desponta como uma estratégia altamente eficaz do ponto de vista ambiental. A extensão do ciclo de vida das peças por meio da revenda ou doação contribui para reduzir a produção de novas unidades, diminuindo a extração de recursos e o consumo energético da indústria (Sandin e Peters, 2018).

A reutilização, além de reduzir a pegada ecológica, é um mecanismo acessível e de fácil implementação, que pode ser promovido por empresas, governos e consumidores. Mercados de segunda mão, brechós online e plataformas de aluguel de roupas são exemplos de iniciativas que vêm ganhando espaço e rompendo com a lógica do consumo linear. No entanto, esse modelo encontra barreiras culturais significativas, especialmente em mercados dominados pelo consumo rápido, onde o status simbólico da moda exerce forte influência sobre o comportamento dos consumidores. Para superar essa resistência, algumas empresas têm investido em iniciativas como programas de recompra, marketplaces de roupas usadas e campanhas de conscientização que destacam os benefícios ambientais e sociais do consumo responsável (Sandin e Peters, 2018).

Essas iniciativas, ao criarem novas narrativas de valor em torno da reutilização, colaboram para transformar os hábitos de consumo e tornar a economia circular mais atrativa e viável. Do ponto de vista regulatório, os resultados evidenciam que a implementação de políticas públicas específicas tem um impacto direto na efetividade das estratégias de economia circular. A ausência de incentivos econômicos, marcos legais claros e mecanismos de fiscalização é um dos principais fatores que limitam o avanço de práticas sustentáveis na indústria têxtil. Incentivos fiscais, subsídios à inovação tecnológica e certificações ambientais são exemplos de medidas que podem fomentar a transição para modelos produtivos mais responsáveis (Saha, Dey e Kumar, 2024).

Além disso, programas de capacitação e informação voltados ao consumidor são igualmente essenciais para gerar demanda por produtos circulares e sustentáveis. Nesse sentido, destaca-se o papel da Responsabilidade Estendida do Produtor (REP), que tem se mostrado eficaz em países da União Europeia na promoção de uma gestão mais eficiente dos resíduos têxteis. Através dessa abordagem, fabricantes e varejistas assumem responsabilidade direta pelo descarte adequado dos produtos, o que estimula o redesenho de materiais, a coleta seletiva e a incorporação de práticas circulares na cadeia produtiva (Leal Filho et al., 2019).

A adoção desse modelo em contextos nacionais tem sido apontada como uma estratégia viável para reduzir o volume de resíduos descartados em aterros e ampliar a taxa de reciclagem e reutilização. Dessa forma, os resultados desta revisão revelam a urgência de uma abordagem multidimensional que integre inovações tecnológicas, regulamentações eficazes, engajamento do consumidor e investimento em infraestrutura. Somente por meio da articulação coordenada entre esses elementos será possível consolidar um sistema de gestão de resíduos têxteis capaz de responder aos desafios ambientais e econômicos da atualidade. A economia circular, nesse contexto, deixa de ser apenas uma tendência e se afirma como um imperativo estratégico para a sustentabilidade da indústria têxtil no longo prazo.

CONCLUSÕES

A presente pesquisa teve como objetivo central realizar uma revisão da literatura sobre a reutilização e reciclagem de resíduos têxteis, com foco na compreensão das principais estratégias tecnológicas aplicadas, dos obstáculos enfrentados na prática e das oportunidades de aprimoramento da gestão desses resíduos à luz dos princípios da economia circular. Ao reunir e analisar criticamente publicações recentes e relevantes, buscou-se construir um panorama abrangente das abordagens mecânica, química e biológica de reciclagem, considerando também os fatores que influenciam a eficácia desses métodos em diferentes contextos. Além disso, foram contemplados os aspectos estruturais e institucionais que moldam o desempenho dos sistemas de gestão de resíduos têxteis, como a qualidade da triagem, a infraestrutura de coleta seletiva e o envolvimento dos diversos atores sociais na adoção de práticas sustentáveis.

A análise conduzida revelou que, embora a reciclagem mecânica seja amplamente difundida por sua simplicidade operacional e menor custo inicial, ela apresenta limitações substanciais relacionadas à deterioração das fibras, o que reduz a qualidade dos produtos finais e restringe seu reaproveitamento em aplicações de maior valor agregado. Em contraste, a reciclagem química e biológica emergem como alternativas tecnicamente mais promissoras, capazes de recuperar materiais com alta pureza e propriedades próximas às originais. No entanto, tais tecnologias ainda enfrentam desafios significativos, como a demanda por elevados investimentos em infraestrutura, barreiras regulatórias, além de questões ligadas à eficiência energética e à mitigação de resíduos secundários gerados durante os processos. A revisão também evidenciou que a eficiência de qualquer um desses métodos está diretamente associada à etapa inicial de separação e triagem dos resíduos, que permanece como um ponto crítico, sobretudo em países em desenvolvimento, onde a carência de tecnologia e a ausência de políticas públicas específicas limitam o desempenho do sistema como um todo.

Outro ponto importante observado foi o papel estratégico da reutilização de roupas como uma das práticas mais sustentáveis do ponto de vista ambiental, pois ela contribui para prolongar o ciclo de vida dos produtos, reduzindo a extração de recursos naturais e a emissão de gases de efeito estufa. Entretanto, a eficácia dessa abordagem depende fortemente de variáveis culturais, sociais e econômicas, incluindo a percepção de valor associada ao vestuário de segunda mão, os padrões de consumo vigentes e a existência de incentivos à doação e troca de roupas. A pesquisa também ressaltou o papel fundamental da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) como ferramenta metodológica capaz de orientar a escolha entre diferentes rotas de reaproveitamento de resíduos têxteis, fornecendo subsídios técnicos para a formulação de políticas públicas, estratégias empresariais e iniciativas educacionais voltadas à sustentabilidade.

As contribuições deste trabalho são diversas e significativas. Ao sistematizar os conhecimentos atuais sobre tecnologias de reciclagem têxtil, barreiras operacionais e impactos socioambientais associados, esta revisão oferece uma base conceitual consistente para futuros estudos acadêmicos e aplicações práticas. Destaca-se a importância de uma abordagem holística e intersetorial que supere a fragmentação das ações atualmente observadas no setor. O estudo aponta ainda para a urgência de integrar o uso da ACV ao planejamento e à regulação ambiental, promovendo decisões baseadas em evidências. Outro mérito da pesquisa reside em sua ênfase na necessidade de conciliar inovação tecnológica com transformações culturais e institucionais, reconhecendo que mudanças efetivas exigem tanto desenvolvimento científico quanto o fortalecimento de valores sociais voltados à sustentabilidade e à responsabilidade coletiva.

Ainda assim, é preciso reconhecer as limitações desta investigação. Por se tratar de um estudo baseado exclusivamente em revisão de literatura, sua fundamentação depende da disponibilidade e da qualidade das pesquisas previamente publicadas, o que pode introduzir vieses relacionados à escolha das fontes. Além disso, o recorte temporal e linguístico adotado pode ter restringido o acesso a determinados estudos relevantes, sobretudo aqueles produzidos em línguas menos difundidas ou em contextos acadêmicos periféricos. Outra limitação refere-se à diversidade dos contextos abordados nas fontes consultadas, que, apesar de enriquecerem a análise comparativa, dificultam a extrapolação dos resultados para realidades locais específicas. Essa heterogeneidade evidencia a necessidade de investigações que considerem as particularidades regionais, como os níveis de infraestrutura urbana, a maturidade das políticas ambientais e os hábitos culturais associados ao consumo e descarte de vestuário.

Considerando esses pontos, abrem-se importantes caminhos para pesquisas futuras. Sugere-se, por exemplo, a realização de estudos de caso que avaliem o desempenho de tecnologias emergentes em contextos reais, permitindo testar sua viabilidade técnica e econômica em diferentes escalas e condições. A implementação de projetos-piloto em parceria com a indústria e o setor público poderia fornecer dados empíricos valiosos sobre a eficácia de sistemas automatizados de triagem, com uso de inteligência artificial, aprendizado de máquina e sensores para identificação de materiais. Além disso, investigações voltadas à análise comparativa de legislações nacionais e seus efeitos na gestão de resíduos têxteis podem revelar boas práticas e lacunas regulatórias a serem supridas. Também é essencial aprofundar os estudos sobre comportamento do consumidor, especialmente no que diz respeito à aceitação de produtos reciclados e à participação em iniciativas de reutilização, visando desenhar campanhas mais eficazes e políticas de incentivo bem direcionadas.

Em síntese, conclui-se que a construção de um modelo eficaz de economia circular para o setor têxtil requer mais do que o avanço isolado de tecnologias de reciclagem. É preciso promover uma mudança estrutural que contemple a integração entre inovação, políticas públicas, educação ambiental e transformação cultural. A redução do impacto ambiental da indústria da moda passa por repensar o design dos produtos, estimular modelos de negócio baseados na reutilização e na logística reversa, e fomentar a corresponsabilidade entre produtores, consumidores e governos. Esta pesquisa, ao lançar luz sobre as múltiplas dimensões envolvidas na gestão de resíduos têxteis, contribui para enriquecer o debate acadêmico e orientar a formulação de estratégias mais eficazes. Por fim, reforça-se que a transição para a circularidade não é um desafio técnico apenas, mas sobretudo um imperativo ético e coletivo, que demanda comprometimento contínuo com práticas sustentáveis, desenvolvimento científico e construção de consensos sociais voltados ao bem comum.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Amicarelli V, Bux C, Spinelli MP, Lagioia G. **Life cycle assessment to tackle the take-make-waste paradigm in the textiles production**. Vol. 151, Waste Management. Elsevier Ltd; 2022. p. 10–27.
2. Huang X, Tan Y, Huang J, Zhu G, Yin R, Tao X, et al. **Industrialization of open- and closed-loop waste textile recycling towards sustainability: A review**. Vol. 436, Journal of Cleaner Production. Elsevier Ltd; 2024.
3. Leal Filho W, Ellams D, Han S, Tyler D, Boiten VJ, Paco A, et al. **A review of the socio-economic advantages of textile recycling**. Vol. 218, Journal of Cleaner Production. Elsevier Ltd; 2019. p. 10–20.
4. Loo SL, Yu E, Hu X. **Tackling critical challenges in textile circularity: A review on strategies for recycling cellulose and polyester from blended fabrics**. Vol. 11, Journal of Environmental Chemical Engineering. Elsevier Ltd; 2023.
5. Morell-Delgado G, Talens Peiró L, Toboso-Chavero S. **Revealing the management of municipal textile waste and citizen practices: The case of Catalonia**. Science of the Total Environment. 10 de janeiro de 2024;907.
6. Papamichael I, Voukkali I, Economou F, Loizia P, Demetriou G, Esposito M, et al. **Mobilisation of textile waste to recover high added value products and energy for the transition to circular economy**. Vol. 242, Environmental Research. Academic Press Inc.; 2024.
7. Rahaman MT, Pranta AD, Repon MR, Ahmed MS, Islam T. **Green production and consumption of textiles and apparel: Importance, fabrication, challenges and future prospects**. Vol. 10, Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity. Elsevier B.V.; 2024.
8. Saha K, Dey PK, Kumar V. **A comprehensive review of circular economy research in the textile and clothing industry**. Vol. 444, Journal of Cleaner Production. Elsevier Ltd; 2024.



9. Sandin G, Peters GM. **Environmental impact of textile reuse and recycling – A review.** Vol. 184, Journal of Cleaner Production. Elsevier Ltd; 2018. p. 353–65.
10. Tian R, Lv Z, Fan Y, Wang T, Sun M, Xu Z. **Qualitative classification of waste garments for textile recycling based on machine vision and attention mechanisms.** Waste Management. 30 de junho de 2024;183:74–86.