

AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA NA INDÚSTRIA TÊXTIL: UM ESTUDO BIBLIOMÉTRICO

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/conresol.8.25.I-012>

Jéssica Silva Carvalho (*), Maria Eduarda Alves Quinelato, Bruna da Silva Valente, Kelly Alonso Costa, Ana Paula Martinazzo

* Universidade Federal Fluminense – jessica_sc@id.uff.br.

RESUMO

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é uma ferramenta que permite avaliar os impactos ambientais de um produto ao longo de todo o seu ciclo de vida, desde a extração da matéria-prima até sua disposição final. Essa metodologia promove a sustentabilidade em setores industriais reconhecidos por seu elevado potencial poluidor, especialmente no que se refere à emissão de carbono e ao consumo de recursos hídricos. O presente estudo teve como objetivo realizar uma análise bibliométrica sobre a avaliação do ciclo de vida na indústria têxtil. Foram utilizadas as bases de dados Scopus, Web of Science e SciELO, além de teses e trabalhos de fontes especializadas, durante o período 2019 a 2025. O mapeamento de rede gerado no software VOSviewer identificou três principais clusters interconectados na literatura sobre a indústria têxtil e seus impactos ambientais. O cluster azul está associado à sustentabilidade e à avaliação do ciclo de vida, destacando o impacto ambiental da produção têxtil desde a extração da matéria-prima até o descarte. O cluster verde aborda a gestão de resíduos e a economia circular, enfatizando soluções para reduzir o desperdício e incentivar a reciclagem e reuso de materiais têxteis. Já o cluster vermelho foca nos impactos ambientais diretos da indústria têxtil, incluindo a poluição por microplásticos, a toxicidade de corantes e o alto consumo de água e pesticidas na produção de algodão. A análise bibliométrica indica que a transição para um modelo mais sustentável na indústria têxtil é um tema central nas pesquisas recentes, destacando a importância de estratégias como a avaliação do ciclo de vida e a economia circular. O estudo revelou que a base Scopus concentra o maior número de publicações sobre o assunto, porém, os estudos que abordam especificamente a avaliação do ciclo de vida na indústria têxtil ainda são limitados, apontando essa temática como promissora para novas investigações.

PALAVRAS-CHAVE: Avaliação do Ciclo de Vida, Indústria têxtil, Estudo Bibliométrico, Impactos Ambientais, Sustentabilidade.

ABSTRACT

Life Cycle Assessment (LCA) is a tool that allows evaluating the environmental impacts of a product throughout its entire life cycle, from the extraction of raw materials to its final disposal. This methodology promotes sustainability in industrial sectors known for their high polluting potential, especially with regard to carbon emissions and water consumption. This study aimed to carry out a bibliometric analysis on life cycle assessment in the textile industry. The Scopus, Web of Science and SciELO databases were used, as well as theses and papers from specialized sources, during the period 2019 to 2025. The network mapping generated in the VOSviewer software identified three main interconnected clusters in the literature on the textile industry and its environmental impacts. The blue cluster is associated with sustainability and life cycle assessment, highlighting the environmental impact of textile production from the extraction of raw materials to disposal. The green cluster addresses waste management and the circular economy, emphasizing solutions to reduce waste and encourage the recycling and reuse of textile materials. The red cluster focuses on the direct environmental impacts of the textile industry, including microplastic pollution, dye toxicity, and high water and pesticide consumption in cotton production. Bibliometric analysis indicates that the transition to a more sustainable model in the textile industry is a central theme in recent research, highlighting the importance of strategies such as life cycle assessment and the circular economy. The research (the study?) revealed that the Scopus database concentrates the largest number of publications on the subject, however, studies that specifically address life cycle assessment in the textile industry are still limited, indicating this topic as promising for further research.

KEY WORDS: Life Cycle Assessment, Textile Industry, Bibliometric Study, Environment Impacts, Sustainability.

INTRODUÇÃO

A evolução do cenário socioeconômico global, tem intensificado desafios ambientais significativos como a poluição, o esgotamento de recursos naturais, as mudanças climáticas e a degradação ecológica, comprometendo, assim, o desenvolvimento sustentável. Nesse contexto, a indústria têxtil desempenha um papel fundamental na economia global, sendo avaliada em aproximadamente US\$ 961,5 bilhões, com uma produção e comercialização anual de cerca de 90 bilhões de peças de vestuário. No entanto, esse setor é amplamente reconhecido como um dos mais poluentes da cadeia de suprimentos, o que resulta em impactos ambientais expressivos (WU et al., 2025).

Os impactos produzidos podem ser de duas formas: químicos e sociais. Os químicos, se relacionam ao uso e contaminação da água, emissão de gases de efeito de estufa, produção de resíduos sólidos têxteis, utilização de energia e a ocupação e poluição dos solos. Já os impactos sociais, direcionam-se à perda da biodiversidade e às más condições de trabalho (PINTO, 2022).

Estudos indicam que a indústria têxtil, produz anualmente mais de 92 milhões de toneladas de resíduos, dos quais cerca de 80% são destinados a aterros sanitários ou incineradores. Ademais, países desenvolvidos, como Austrália e Estados Unidos, apresentam um elevado consumo de vestuário impulsionado pelo modelo de produção e consumo denominado *fast fashion*, caracterizado pelo descarte acelerado de produtos têxteis. Nessas nações, a geração de resíduos têxteis é expressiva, atingindo aproximadamente 23 kg/ano por pessoa (JAIN et al., 2022; ARUN et al., 2025).

Posto isto, um dos problemas ambientais enfrentados pelo setor têxtil, é o descarte e a destinação de resíduos têxteis visto que os resíduos possuem características com propriedades tóxicas, e por isso não devem ser enviados para o lixo comum. No entanto, muitas vezes é o que ocorre e compromete a qualidade ambiental e de vida da sociedade, bem como incidência de problemas relacionados à poluição do ar, do solo e da água, além de contribuir para a intensificação do efeito estufa (PINTO, 2022).

A aplicação da avaliação do ciclo de vida (ACV) na indústria têxtil, ganhou atenção substancial como uma ferramenta poderosa para avaliar os impactos ambientais dos produtos têxteis durante seu ciclo de vida, a qual desempenha um papel importante na identificação de áreas para potenciais melhorias com o objetivo de reduzir os impactos ambientais, tornando-a um recurso valioso na busca da sustentabilidade na indústria têxtil (MOUSAVI et al., 2024).

A avaliação do ciclo de vida (ACV) é definida como uma compilação e avaliação das entradas, saídas e potenciais impactos ambientais de um sistema de produto ao longo de seu ciclo de vida, sendo estes últimos estágios consecutivos e interligados, desde a aquisição ou geração de matéria-prima a partir de recursos naturais até o descarte final. No início do século XXI, a ACV atraiu maior atenção e se desenvolveu em um campo de pesquisa interdisciplinar que é aplicado em uma variedade de áreas temáticas. A padronização, juntamente com a maior conscientização sobre os encargos ambientais, expandiu o escopo dos assuntos de estudo e aplicações relacionados à ACV (BEZAMA et al., 2021).

A natureza complexa do ciclo de vida dos produtos têxteis, bem como os impactos que eles têm no meio ambiente, exigem uma metodologia de avaliação abrangente de modo a caracterizar potenciais impactos ambientais no contexto da abordagem de sustentabilidade. Uma dessas abordagens, é a avaliação do ciclo de vida (ACV) ou *Life Cycle Assessment* – LCA, conforme estrutura apresentada na figura 1, uma ferramenta de suporte à decisão para avaliação de impactos ambientais de produtos e serviços, necessária para uma unidade de função específica e inclui compilação e avaliação significativa de todos os dados de inventário associados a esses produtos (MUÑOZ-TORRES, et al., 2023, MUTAMBO et al., 2024).

A metodologia LCA tem sido amplamente aplicada na indústria têxtil para avaliar vários aspectos e estágios do ciclo de vida dos produtos, desde o cultivo e produção de fibras até o processamento de tecidos e descarte de produtos usados. A aplicação, deve ser realizada por equipes de sustentabilidade, gestores, corporativos e profissionais ESG capazes de estruturar métricas para tomada de decisões, integralizando as necessidades dos stakeholders e a do público final e, como ressaltam Jain et al. (2022) e Baydar, Ciliz, Mammadov (2015).

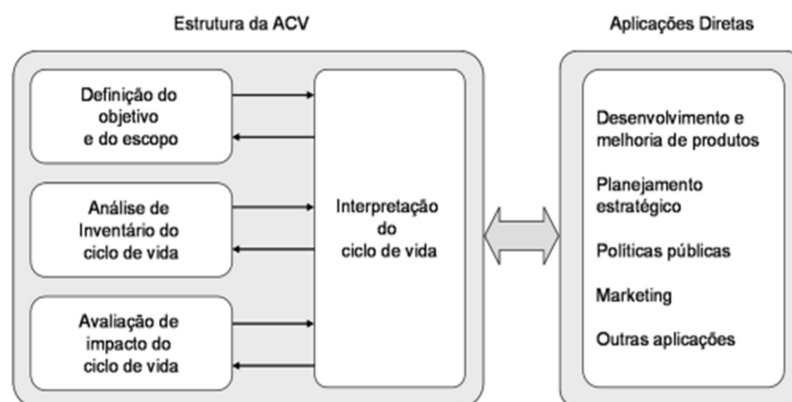


Figura 1: Estrutura da ACV. Fonte: ISO 14040, 2009

A ACV se baseia nas normas da série ISO 14000 de Gestão Ambiental, onde a ISO 14040 define a estrutura para avaliação do ciclo de vida em quatro fases conforme a seguir: definição de objetivo e escopo, análise de inventário, avaliação de impacto e interpretação. A fase de definição de objetivo e escopo, formaliza a questão da pesquisa e define o limite do sistema e a unidade funcional da aplicação pretendida. A fase de análise de inventário, está relacionada ao consumo de recursos e emissões em todo o sistema de fabricação. Os dados coletados do inventário do ciclo de vida, são traduzidos em impactos ambientais detalhados e analisados na fase de avaliação de impacto. Na fase de interpretação final, os resultados e informações obtidos das fases anteriores são apresentados e discutidos, bem como a decisão e tomada de ação para controles a serem adotados (WANG et al, 2019).

OBJETIVO

O objetivo deste artigo é identificar os desafios e as oportunidades da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) na indústria têxtil, além de complementar e avaliar a aderência do tema face às questões de sustentabilidade com base na literatura científica existente.

METODOLOGIA

Foi realizada uma análise bibliométrica de publicações sobre a Avaliação do Ciclo de Vida na indústria têxtil, utilizando as bases de dados Scopus (Elsevier), SciELO e Web of Science (WoS), além de dissertações, legislações e sites especializados no tema. O período considerado na busca das bases, foi 2019 a 2025, considerando os filtros “Article” e “Review Article” e foram examinados os resumos e as palavras-chave de cada artigo filtrado à palavra-chave “*Textile industry*” AND “*Life Cycle Assessment*”, totalizando 64 artigos. A Figura 2 apresenta o planejamento das etapas envolvidas no desenvolvimento da pesquisa.

A análise bibliométrica é considerada uma abordagem quantitativa utilizada em pesquisas científicas para mensurar a produção científica em determinada área. Essa metodologia permite quantificar tendências, padrões e possíveis desafios dentro de um tema específico, abrangendo desde as implicações tradicionais do impacto acadêmico até a identificação de questões problemáticas no ambiente estudado, por meio de modelos estatísticos (ELLEGAARD, 2018; COSTA *et al.*, 2021). Além disso, essa abordagem auxilia na compreensão da evolução histórica de um campo do conhecimento, possibilitando a identificação de lacunas na literatura. Dessa forma, a análise bibliométrica se torna uma ferramenta essencial para subsidiar futuras pesquisas e embasar políticas científicas.

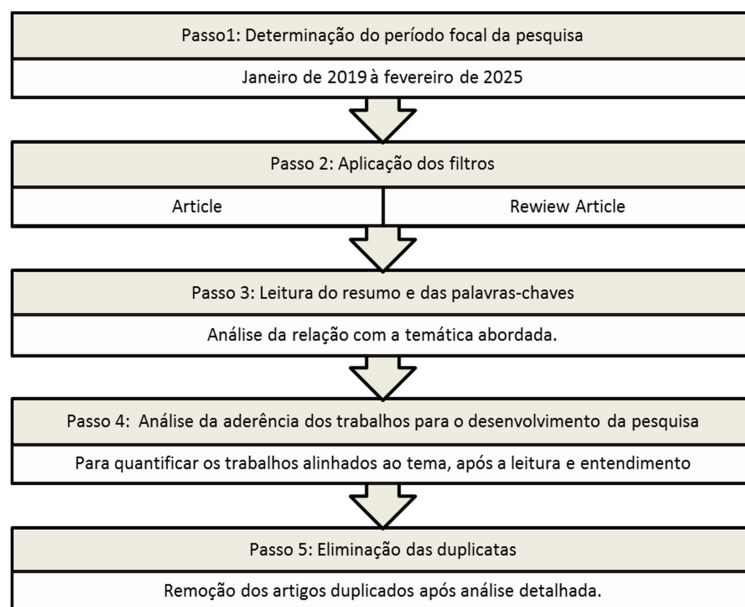


Figura 3: Fluxo de análise dos artigos. Fonte: Autoras.

RESULTADOS OBTIDOS

De acordo com Zonatti (2016), o setor têxtil utiliza a ACV para comprovar qual tipo de fibra ou peça de vestuário desempenha melhor sua função no processo ao qual se destina, além de verificar o potencial desses materiais.

A ferramenta ACV, construída a partir de um conjunto de métricas quantitativas, permite identificar a influência ambiental de cada etapa do produto ao longo do ciclo de produção, conforme ilustrado na Figura 4. Com base nesses dados, organizações governamentais e setores produtivos, que detêm o poder de promover mudanças e tomar de decisões, podem implementar ações em prol da sustentabilidade, otimizar processos produtivos e desenvolver tecnologias e designs mais eficientes (JAIN *et al.*, 2022; MUTAMBO *et al.*, 2024).

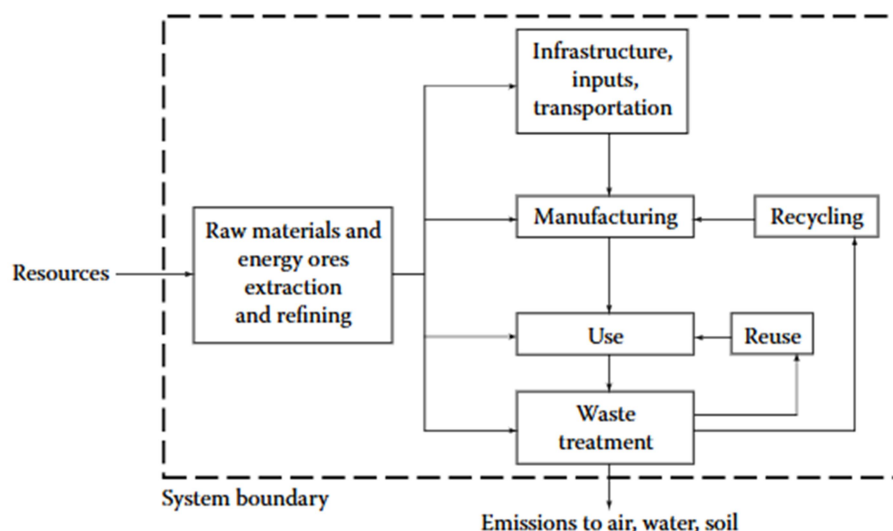


Figura 4: Fluxograma do ciclo de vida de um produto. Fonte: NBR ISO 14040.

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), conforme a ISO 14040 (2009a), avalia os impactos ambientais de um produto desde a extração de matérias-primas até sua disposição final. O processo começa com a obtenção e o refino de recursos naturais, seguidos pelo transporte e fornecimento de insumos para a fabricação. Após a produção, o produto entra na fase de uso, resultando no consumo de energia e na geração de emissões. No final da vida útil, ocorre a destinação dos resíduos, o que pode incluir descarte, reciclagem ou reuso, com o objetivo de reduzir a necessidade de utilizar novos

recursos naturais. A ACV considera todas essas etapas respeitando os limites do sistema e realizando análises detalhadas das emissões atmosféricas, hídricas e no solo.

A análise do berço ao túmulo é uma técnica utilizada para avaliar os impactos ambientais em todas as fases do ciclo de vida do produto, desde a aquisição de matérias-primas, processamento desses materiais, fabricação, distribuição, uso, manutenção, reparo e ou reutilização. Já análise do berço ao portão corresponde a uma avaliação parcial do ciclo de vida do produto, abrangendo desde a extração de matérias-primas até sua chegada ao portão da unidade de fabricação, ou seja, antes de ser transportado para o consumidor (JAIN *et al.*, 2022).

Para quantificar as publicações sobre Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), foi realizada uma busca inicial utilizando a palavra-chave *Life Cycle Assessment* (LCA). Os resultados encontrados foram: 13.123 artigos na base Scopus (Elsevier), 359 na Web of Science (WoS) e 58 na SciELO. Em seguida, foram combinados os termos "*Textile industry*" AND "*Life Cycle Assessment*", resultando em 39 artigos na Scopus, 38 na WoS e 1 na SciELO. A Tabela 1 apresenta os resultados filtrados para *Review Article* e *Life Cycle Assessment*, considerando o período de 2019 a 2025.

Tabela 1: Número de documentos encontrados nas bases de pesquisa sobre LCA

Fonte: Autoras.

Palavras-chave	Bases de pesquisa				
	Scopus	Web of Science	SciELO	Duplicatas	Total
Life Cycle Assessment	13.123	359	58		13.540
"Textile industry" AND "Life Cycle Assessment"	39	38	1	14	64

Fonte: Autoras.

A Scopus apresenta um maior número de publicações em comparação com a Web of Science (WoS), conforme mostrado na Figura 5. Isso se deve à sua cobertura mais ampla, indexando um maior número de periódicos, incluindo revistas regionais e conferências. Além disso, seus critérios de inclusão são menos rigorosos que os da WoS, permitindo maior representatividade de áreas como ciências sociais, engenharia e tecnologia (Silva e Grácio, 2017). Esses fatores explicam a diferença observada no gráfico, onde a Scopus atinge um pico de 59 publicações em 2024, enquanto a WoS registra no máximo 18 no mesmo período.

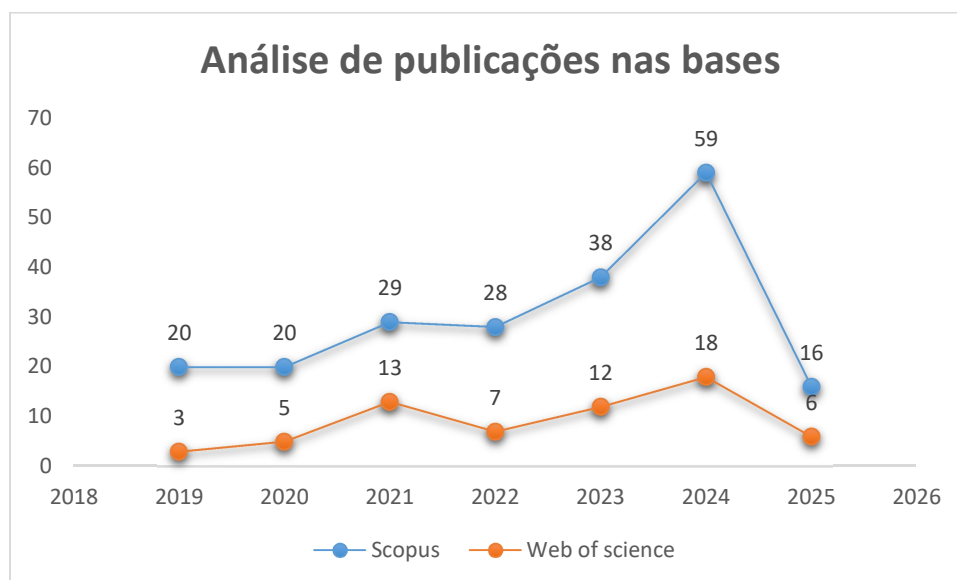


Figura 5 – Análise de publicações das bases. Fonte: As autoras, 2025.

Para analisar de forma detalhada as informações obtidas dos artigos publicados entre 2019 e 2025, foi utilizado o software VOSviewer, representado na Figura 3. Trata-se de um software de domínio público desenvolvido pelo Center for Science and Technology Studies da University of Leiden, na Holanda. O programa permite organizar e executar avaliações descritivas de registros bibliográficos extraídos de bancos de dados, normalizando os dados por força de associação (LUCAS *et al.*, 2025).

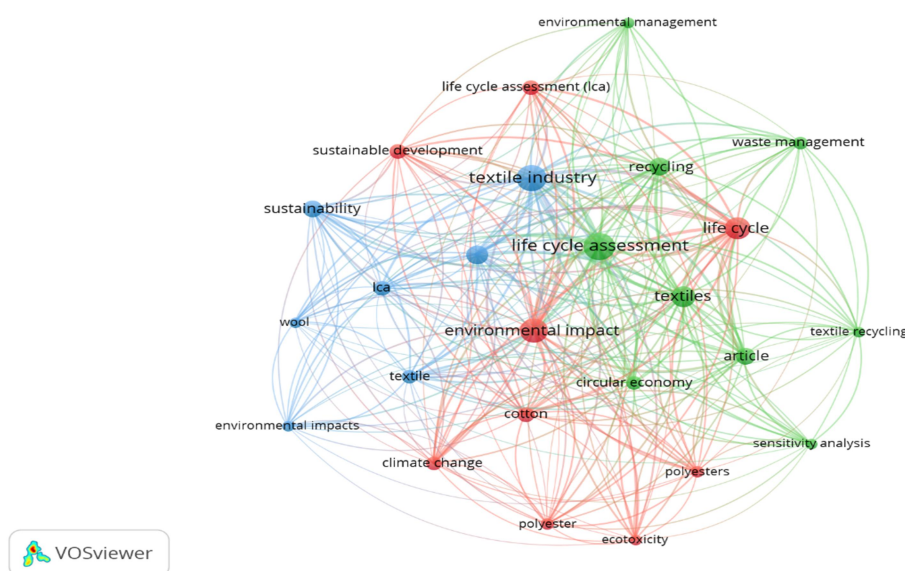


Figura 4: Análise de rede de co-ocorrência de palavra-chave. Fonte: Autoras, 2025.

A análise bibliométrica realizada no software VOSviewer revelou três principais clusters interconectados na literatura sobre a indústria têxtil e seus impactos ambientais. O cluster azul está relacionado à sustentabilidade e à avaliação do ciclo de vida (ACV), destacando a relação entre a produção têxtil, as mudanças climáticas e o uso de materiais como a lã. O cluster vermelho foca na avaliação do ciclo de vida da produção têxtil, enfatizando os impactos ambientais de materiais como algodão e poliéster, além da ecotoxicidade. Já o cluster verde aborda a gestão de resíduos e a reciclagem, com ênfase na economia circular e na reutilização de materiais têxteis. A forte presença de termos como *circular economy* e *recycling* reforça a relevância da transição para um modelo mais sustentável no setor.

Os clusters representam grupos de palavras-chave que aparecem frequentemente juntas em estudos científicos sobre o tema. O primeiro (azul) concentra-se na sustentabilidade e na análise do impacto ambiental ao longo de toda a cadeia produtiva, desde a extração da matéria-prima até o descarte. Questões como a pegada de carbono, o consumo de água e energia e o uso de matérias-primas sustentáveis, como o algodão orgânico, são amplamente discutidas.

O segundo cluster (verde) está voltado para a economia circular e a gestão de resíduos. Ele aborda soluções para reduzir o impacto ambiental do setor, promovendo a reciclagem de tecidos, o upcycling e novos modelos de negócios sustentáveis, como o aluguel de roupas e a moda circular. Um exemplo dessa abordagem é o uso de garrafas PET recicladas para a produção de fibras têxteis, reduzindo a dependência de matérias-primas virgens.

Por fim, o cluster vermelho concentra-se nos impactos ambientais diretos da indústria têxtil. São discutidos desafios como a poluição por microplásticos, liberados na lavagem de tecidos sintéticos, e os efeitos da produção convencional de algodão, que demanda grandes volumes de água e pesticidas. Além disso, destaca-se a toxicidade dos corantes têxteis e sua contaminação de corpos d'água, bem como a pegada de carbono do setor.

CONCLUSÃO

A partir da análise dos clusters com base no levantamento bibliométrico realizado, indica que a pesquisa na área têxtil tem se concentrado na busca por soluções para minimizar os danos ambientais. A adoção da Avaliação do Ciclo de Vida, práticas de economia circular e alternativas para reduzir a poluição são temas centrais tanto na ciência quanto na inovação do mercado. A utilização de tecidos biodegradáveis, processos produtivos mais eficientes e novos modelos de

consumo sustentáveis são caminhos fundamentais para tornar a indústria têxtil mais responsável e ambientalmente viável.

A partir dos resultados bibliométricos, é importante destacar como essas tendências podem orientar tanto a formulação de políticas públicas quanto a adoção de estratégias sustentáveis na indústria têxtil. A identificação dos principais clusters permite compreender quais abordagens têm sido mais estudadas e aplicadas, possibilitando um direcionamento mais eficaz para investimentos em inovação e regulamentações ambientais. Além disso, diversas empresas já adotam práticas alinhadas à economia circular, como o uso de tecidos reciclados e modelos de negócios baseados no reuso e compartilhamento de vestuário. Incorporar esses exemplos reforça a aplicabilidade prática dos resultados, evidenciando que a transição para um modelo mais sustentável não é apenas uma necessidade ambiental, mas também uma oportunidade de inovação e competitividade no setor.

No contexto da aderência dos artigos contidos na revisão bibliométrica, verificou-se uma abordagem do ciclo de vida de toda a cadeia, o que permitiu avaliar não apenas a durabilidade do produto nas mãos do consumidor final, mas também aspectos sociais e econômicos, correlacionados com a cadeia têxtil. A coleta desses dados, possibilitou uma melhor compreensão do ciclo de produção, além de contribuir para a tomada de decisões por diferentes atores da cadeia de suprimentos.

A gestão de resíduos, a eficiência no uso de recursos e a redução de impactos ambientais, destacam-se como temas centrais nos estudos analisados, evidenciando uma crescente preocupação com a sustentabilidade na indústria têxtil. A ACV, surge como uma ferramenta que permite avaliar e mitigar os impactos ambientais, proporcionando uma abordagem estruturada e quantitativa para mensurar indicadores como pegada de carbono, pegada hídrica e emissões de gases de efeito estufa. Ademais, a adoção de princípios da economia circular tem sido um eixo estratégico, promovendo soluções para a reciclagem de fibras, reutilização de materiais e desenvolvimento de tecnologias para o tratamento de efluentes.

As iniciativas a seguir podem contribuir significativamente para a redução dos impactos ambientais do setor. As primeiras recomendações de incluem: Analisar novas soluções para a reciclagem e o reuso de materiais têxteis, com estudos voltados ao desenvolvimento de estratégias para ampliação da economia circular. Identificar políticas públicas e incentivos econômicos, que possam impulsionar a adoção de práticas sustentáveis na indústria têxtil global.

A implementação eficaz da ACV na indústria têxtil ainda enfrenta desafios, especialmente devido à complexidade das cadeias de suprimentos e às dificuldades na coleta e padronização de dados. A adoção de ferramentas tecnológicas avançadas, como big data e inteligência artificial, pode contribuir para aprimorar a precisão das análises e otimizar a tomada de decisões. Diante desse cenário, recomenda-se que pesquisas futuras explorem essas iniciativas, visando impulsionar práticas sustentáveis alinhadas às metas globais de redução de emissões poluentes e conservação de recursos naturais.

AGRADECIMENTO

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001

REFERÊNCIAS

1. ARUN, C. M *et al.* **Eco-innovative approaches for recycling non-polyester/cotton blended textiles.** *Waste Management Bulletin*, v. 3, n. 1, p. 255 – 270, 2025.
2. BAYDAR, G. ; CILIZ, N. ; MAMMADOV, A. **Life cycle assessment of cotton textile products in Turkey**, v. 104, p. 213-223, 2015.
3. BEZAMA, A., MITTELSTÄDT, N., THRÄN, D., & BALKAU, F. (2021). **Trends and challenges in regional life cycle management: A bibliometric analysis.** *Sustainability (Switzerland)*, 13(18). <https://doi.org/10.3390/su131810335>
4. COSTA, R. A. *et al.* **A bibliometric research of Industry 4.0 opportunities in Industrial Engineering.** *Cadernos de Educação Tecnologia e Sociedade*, v. 14, n. 2, p. 299-310, 2021.
5. ELLEGAARD, O. **The application of bibliometric analysis: disciplinary and user aspects.** *Scientometrics*, v. 116, n. 1, p. 181-202, 2018.

6. NBR ISO 14040: **Gestão Ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura**. Brasil, 2009a. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT).
7. JAIN, T. *et al.* **Investigation of environmental potentials on supply chain of textile and yarn industry using smart and sustainable life cycle assessment**. *Management of Environmental Quality: Na International Journal*, v. 34, n. 4, p. 902-925, 2022.
8. WANG, K. *et al.* **Statistical based approach for uncertainty analysis in life cycle assessment: a case study in textile industry**. In: 2019 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE). IEEE, 2019. P. 1-4.
9. LUCAS, K. R. G. *et al.* **Mapping life cycle assessment (LCA) scientific research in agriculture: what do we still have to do?**. *Environment Systems and Decisions*, v. 45, n. 1, p. 6, 2025.
10. MUÑOZ-TORRES, M. J. *et al.* **Social life cycle analysis of textile industry impacts for greater social sustainability of global supply chains**. *Systems*, v. 11, n. 1, p. 8, 2023.
11. MOUSAVI, K. *et al.* **A comprehensive review of greenwashing in the textile industry (life cycle assessment, life cycle cost, and eco-labeling)**. *Environment, Development and Sustainability*, p. 1-41, 2024.
12. MUTAMBO, N. *et al.* **Mapping the Environmental Impact Assessment Landscape in the Fashion and Textile Industries: Critical Gaps and Challenges**. *Sustainability*, v. 16, n. 19, p. 8377, 2024.
13. SILVA, D. D., GRÁCIO, M. C. C. **Índice h de Hirsch : análise comparativa entre as bases de dados Scopus, Web of Science, Google Acadêmico**. *Em Questão*, v. 23, n. 5, p. 196 – 212, 2017.
14. WU, Z. *et al.* **Life cycle environmental and economic assessment of raw silk production in China. Sustainable Production and Consumption**. *Sustainable Production and Consumption*, v. 55, p. 11–23.
15. ZONATTI, W. F. **Geração de resíduos sólidos da indústria brasileira têxtil e de confecção: materiais e processos para reuso e reciclagem**. 2016. 210f. Tese (Doutorado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo.