

EFLUENTES E RESÍDUOS SÓLIDOS NA INDÚSTRIA TÊXTIL: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Débora Kauanna Régis da Luz^{1*}

Julia Clara Gomes de Medeiros²

Dany Geraldo Kramer³

Resumo

O setor têxtil, embora importante socioeconomicamente e culturalmente, enfrenta desafios ambientais significativos produzindo anualmente cerca de 170 mil toneladas de resíduos sólidos, além disso, são gerados de 50 a 100 litros de efluentes por quilo de tecido produzidos. Assim, objetivou-se discorrer acerca dos principais aspectos ambientais do setor têxtil, através de uma revisão bibliográfica. Para tanto, realizou-se um levantamento bibliográfico da temática entre 2018 e 2024, junto às bases de dados ScienceDirect, CAPES e SciELO. Foram analisados 15 artigos, em português e inglês. Concluiu-se que o setor, apesar de sua relevância socioeconômica e cultural, gera aspectos ambientais inerentes a seus processos produtivos que, sem controle adequado, são prejudiciais ao meio ambiente e à saúde humana. A gestão ambiental é, portanto, essencial para assegurar práticas que preservem o meio ambiente e a qualidade de vida das gerações presentes e futuras.

Palavras-chave: Indústria Têxtil. Tratamento de efluentes. Gestão de resíduos sólidos. Gestão Ambiental.

1 INTRODUÇÃO

A indústria têxtil é uma das mais antigas e essenciais à humanidade, tendo desempenhado um papel vital no desenvolvimento social, econômico e cultural ao longo dos séculos. No âmbito socioeconômico, o setor têxtil brasileiro é o segundo maior empregador na indústria de transformação, atrás apenas do setor de alimentos. Com a maior Cadeia Têxtil completa do

Ocidente, o Brasil conta com cerca de 1,33 milhões de trabalhadores formais (ABIT, 2024).

No entanto, a relevância socioeconômica e cultural vem acompanhada de significativos aspectos ambientais ao longo de todas as etapas da cadeia produtiva têxtil, especialmente os efluentes industriais e resíduos sólidos, que podem causar consideráveis danos ao meio ambiente se não forem controlados e mitigados adequadamente. Há, portanto, uma necessidade de práticas e estratégias para administrar essas interações e promover a sustentabilidade no setor têxtil (BARSANO, 2014, apud Kill, 2020).

Anualmente, as empresas têxteis brasileiras produzem aproximadamente 170 mil toneladas de resíduos sólidos, incluindo tecidos sobressalentes e produtos não conformes. Apenas 10% desses resíduos são não-sintéticos, enquanto 90% são materiais sintéticos que degradam lentamente, liberando produtos químicos nocivos no solo durante décadas quando descartados inadequadamente. Aproximadamente 80% desses resíduos são descartados de forma indevida (MEENA, 2020).

A indústria têxtil também é uma das maiores consumidoras de água, gerando de 50 a 100 litros de efluentes por quilo de tecido produzido. Esses efluentes, frequentemente contaminados com poluentes orgânicos e corantes, impactam significativamente o meio ambiente e a saúde humana (ARSLAN-ALATON et al., 2008, apud CHAVES, 2022; AL-TOHAMY et al., 2022).

Os corantes têxteis, devido à sua estrutura molecular complexa, são altamente resistentes à decomposição, prejudicando a fotossíntese e resultando em efeitos tóxicos à flora e fauna aquática (LALNUNILIM; KRISHNASWA Krishnaswamy, 2016, apud Chaves, 2022).

Dada a situação, a gestão ambiental é essencial para que empresas atuem de forma responsável, adotando tecnologias limpas, uso eficiente de recursos e gestão correta de resíduos e efluentes, visando práticas que respeitem o meio ambiente e a qualidade de vida das gerações atuais e futuras (Barsano, 2014, apud Kill, 2020).

2.1 Metodologia

O estudo analisou textos publicados sobre gestão ambiental no setor têxtil, utilizando descritores como “Indústria Têxtil”, “Aspectos Ambientais”, “Impactos Ambientais”, “Gestão de resíduos sólidos”, “Tratamento de efluentes” e “Gestão Ambiental”. As plataformas ScienceDirect, CAPES e SciELO foram usadas para buscas de textos em português e inglês, de 2018 a 2024.

Inicialmente, 25 artigos foram selecionados pelo título, sendo 6 excluídos após a leitura dos resumos por não atenderem aos critérios de elegibilidade, e 4 estudos repetidos. Assim, 15 textos completos foram selecionados, baseando-se na correlação com o tema do estudo. A análise dos textos incluiu a coleta de informações sobre autores, ano, base de dados, país, língua, periódico, objetivo e desfecho. Os resultados foram interpretados e sintetizados a partir dessas variáveis.

2.2 Aspectos Ambientais Relevantes da Indústria Têxtil

A indústria têxtil é uma das maiores geradoras de resíduos sólidos, produzindo milhões de toneladas anualmente, incluindo roupas, tecidos, sobras de produção e outros materiais. Estes resíduos dividem-se em industriais, gerados durante a produção, e pós-consumo, oriundos do uso e descarte de produtos têxteis (Tang, 2023).

O descarte inadequado destes resíduos pode contaminar o solo e a água, enquanto aterros sanitários, embora legais, emitem gases de efeito estufa, como metano, contribuindo para as mudanças climáticas. Resíduos têxteis sintéticos demoram séculos para se decompor e são uma fonte significativa de microplásticos, afetando ecossistemas aquáticos e a cadeia alimentar humana (Meena, 2020).

Trabalhadores têxteis e aqueles que manipulam resíduos podem ser expostos a produtos químicos perigosos, como corantes e solventes, levando a problemas de saúde como doenças respiratórias e câncer. A contaminação do solo e da água também afeta a produção agrícola, causando problemas nutricionais (Tang, 2023).

Políticas governamentais que promovam a sustentabilidade são essenciais para a gestão eficaz de resíduos sólidos têxteis. Programas como Produção mais Limpa (P + L) e Economia Circular oferecem alternativas para a não geração, redução, reutilização, reciclagem e destinação final adequada desses resíduos (Mantovani, 2022). No quadro 1 são apresentadas de forma sucinta as principais etapas da gestão adequada de resíduos sólidos à luz desses modelos econômicos.

Os poluentes presentes nas águas residuais têxteis, incluindo corantes e metais pesados como mercúrio, cromo, cádmio, chumbo e arsênio, são associados a riscos ambientais e doenças humanas, como efeitos carcinogênicos, disruptores hormonais (infertilidade e disfunções), reações alérgicas e dermatites de contato, principalmente entre trabalhadores da indústria têxtil (Al-Tohamy et al., 2022; Kishor et al., 2021).

Corantes têxteis são classificados pela estrutura química ou pelo método de fixação, sendo os principais grupos: Corantes Diretos, Reativos, Ácidos, Básicos, à Cuba, Dispersos e de Enxofre (Chaves, 2022). Tipos de corantes, princípios de classes químicas, aplicações e seus efeitos à saúde humana são discutidos brevemente na Tabela 1.

Antes de serem descartados no meio ambiente, os efluentes têxteis devem ser tratados. As tecnologias de tratamento desenvolvidas incluem métodos físicos (como a adsorção), químicos (como coagulação-floculação, eletroquímica e oxidação avançada) e biológicos (como biodegradação) (Al-Tohamy et al., 2022). Não existe uma abordagem única superior, e a escolha do método depende das características do efluente e dos objetivos do tratamento.

A adsorção, um método físico, é econômica e requer menos produtos químicos, mas gera subprodutos tóxicos e lodo. Métodos químicos, como a oxidação avançada, são mais caros e exigem muita energia e produtos químicos, apesar do bom desempenho. Métodos biológicos, como a biodegradação, geram menos lodo e subprodutos não tóxicos, sendo mais seguros para o meio ambiente; no entanto, sua eficácia pode ser limitada

pela resistência de certos corantes à degradação biológica (Al-Tohamy et al., 2022).

3 CONCLUSÃO

A indústria têxtil, apesar de sua importância socioeconômica e cultural, enfrenta desafios ambientais significativos devido à geração de efluentes e resíduos sólidos sintéticos. A poluição da água causada pelo descarte inadequado de efluentes contendo corantes e metais pesados, e a falta do correto gerenciamento dos resíduos sólidos comprometem a qualidade do solo, da água e do ar, representando riscos não só ao meio ambiente como também à saúde humana. Para mitigar esses impactos e proteger trabalhadores e comunidades, é crucial implementar políticas sustentáveis como a Economia Circular e a Produção Mais Limpa.

Também fazem parte das medidas de Gestão Ambiental a adoção de tecnologias de tratamento de efluentes, que incluem métodos físicos, químicos e biológicos. A combinação dessas abordagens pode proporcionar soluções mais eficazes e seguras para o meio ambiente. Promover práticas ambientalmente responsáveis e garantir a qualidade de vida das gerações presentes e futuras exige a colaboração da indústria têxtil com órgãos governamentais e a sociedade civil, além da conscientização e educação sobre gestão de resíduos e tratamento de efluentes.

REFERÊNCIAS

- ABUSAIF, Moustafa S. et al. New carbazole-based organic dyes with different acceptors for dye-sensitized solar cells: Synthesis, characterization, dssc fabrications and density functional theory studies. *Journal of Molecular Structure*, v. 1225, p. 129297, 2021.
- AL-TOHAMY, Rania et al. A critical review on the treatment of dye-containing wastewater: Ecotoxicological and health concerns of textile dyes and possible remediation approaches for environmental safety. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 231, p. 113160, 2022.

- ABIT. Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção (ABIT). Perfil do setor. ABIT, Dezembro de 2024. Disponível em: <https://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor>. Acesso em: 13 de out. 2024.
- CHAVES, Nayane Oliveira; DE CARVALHO, Luana Caliandra Freitas; OLIVEIRA, Rosane Maria Pessoa Betânio. As principais técnicas utilizadas para remoção de corantes das águas residuais da indústria têxtil: uma revisão. *Revista Eletrônica Perspectivas da Ciência e Tecnologia*, v. 14, 2022.
- ELGARAHY, A. M. et al. A critical review of biosorption of dyes, heavy metals and metalloids from wastewater as an efficient and green process. *Cleaner Engineering and Technology*, v. 4, p. 100209, 2021.
- KAUSAR, Abida et al. Dyes adsorption using clay and modified clay: A review. *Journal of Molecular Liquids*, v. 256, p. 395-407, 2018.
- KILL, Tatiane Gonçalves. Gestão ambiental e hídrica na indústria têxtil: um estudo de caso de uma empresa no município de Americana/SP. 2020. Trabalho de conclusão de curso (Curso Superior de Tecnologia em Gestão Empresarial) - Faculdade de Tecnologia de Americana, Americana, 2020.
- KISHOR, Roop et al. Ecotoxicological and health concerns of persistent coloring pollutants of textile industry wastewater and treatment approaches for environmental safety. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, v. 9, n. 2, p. 105012, 2021.
- MANTOVANI, Talita Helena et al. Marketing verde e economia circular na indústria da moda. In: Encontro de Gestão e Tecnologia da Faculdade de Tecnologia da Zona Leste (Fatec) do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. ENGETEC, 5., 2022, São Paulo/SP. Anais [...]. São Paulo: ENGETEC, 2022.
- MCYOTTO, Felix et al. Effect of dye structure on color removal efficiency by coagulation. *Chemical Engineering Journal*, v. 405, p. 126674, 2021.
- MEENA, Suresh Kumar. Polymers-Types, Uses, Pollution and Control. *International Journal Of Multidisciplinary Research In Science, Engineering and Tecnology (IJMRSET)*, v. 3, n. 1, 2020.
- TANG, Kuok Ho Daniel. State of the art in textile waste management: A review. *Textiles*, v. 3, n. 4, p. 454-467, 2023.
- VENDEMIATTI, Josiane A. Souza et al. New benzotriazoles generated during textile dyeing process: Synthesis, hazard, water occurrence and aquatic risk assessment. *Journal of hazardous materials*, v. 403, p. 123732, 2021.
- YANG, Zhuo et al. Direct electrochemical reduction and dyeing properties of CI Vat Yellow 1 using carbon felt electrode. *Dyes and Pigments*, v. 184, p. 108835, 2021.
- ZHENG, Yingqiu et al. Review on nickel-based adsorption materials for Congo red. *Journal of Hazardous Materials*, v. 403, p. 123559, 2021.

Sobre o(s) autor(es)

1 Discente da Pós-Graduação em Engenharia Têxtil, Universidade Federal do Rio Grande Do Norte - UFRN, Natal, RN, Brasil, debora.luz.703@ufrn.edu.br.

2 Discente da Pós-Graduação em Engenharia em Engenharia Têxtil, Universidade Federal do Rio Grande Do Norte - UFRN, Natal, RN, Brasil, julia.medeiros.017@ufrn.edu.br.

3^o Prof. Dr. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Têxtil; Programa de Pós-Graduação em Saúde da Família, Universidade Federal do Rio Grande Do Norte - UFRN, Natal, RN, Brasil, dgkcs@yahoo.com.br.

Quadro 1 - Gestão de resíduos sólidos têxteis.

Quadro 1 - Gestão de resíduos sólidos têxteis.

Etapas da Gestão de Resíduos Sólidos Têxteis (RST)	
1 ^o Classificação	Resíduos Recicláveis, Resíduos Perigosos e Resíduos Não Recicláveis.
2 ^o Coleta e transporte	A coleta de resíduos sólidos deve ser realizada de forma regular e organizada, utilizando veículos apropriados para o transporte. É importante que a coleta seja feita de maneira a evitar a contaminação e a proliferação de vetores de doenças.
3 ^o Tratamento de resíduos	Reciclagem, Compostagem, Incineração, entre outros.
4 ^o Reutilização	Incentivar a reutilização de produtos têxteis, como aluguel de roupas, ou reincorporação de resíduos têxteis ao processo produtivo.

Adaptado de: Meena (2020); Tang (2023).

Fonte: Adaptado de Meena (2020); Tang (2023)

Tabela 1 - Tipos de corantes, classes químicas, aplicação e seus efeitos à saúde humana.

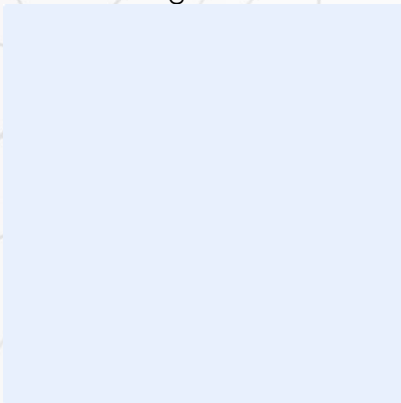
Tabela 1 - Tipos de corantes, classes químicas, aplicação e seus efeitos à saúde humana.

Referências	Tipo de Corantes	Classes Químicas	Aplicação	Efeitos na saúde humana
Kumar et al., 2018	Corantes Diretos	Compostos púrpura, juntamente com alguns esulfônicos, falcianinas e azarinas.	Celulose, algodão e fibras mistas.	Carcinogênico
Elgarnaby et al., 2021	Corantes Reativos	Grupos cromóforos como azo, antraquinona, triarilmetenos, falcianina, formazano e azarinas.	Fibras e tecido celulósicos.	Problemas respiratórios.
Abmaul et al., 2021.	Corantes Ácidos	Ázido metilizado, anti-antraquinona, triarilmetenos, azina, xanteno, nitró e nitro.	Couro, seda, lã, papel e fibras sintéticas.	Queimadura e irritação da pele e mucosas.
McIntosh et al., 2021.	Corantes Básicos	Dianilinoaminos, triarilmetenos, cianina, hemiantra, tiazina, oxazina e azarinas.	Algodão, lã e seda.	Carcinogênico, reações alérgicas da pele, dermatite alérgica e mucosas.
Yang et al., 2021.	Corantes à cuba	Antraquinona (incluindo quinonas polícíclicas) e indigóis.	Fibras mistas, celulose e algodão.	Queimaduras graves, irritação da pele e das mucosas.
Vandemart et al., 2021.	Corantes dispersos	Azo, antraquinona, aziril, nitro e benzodifurano.	Veículos, tecidos de celulose, nylon e fibras sintéticas.	Danos ao DNA, indução de câncer de bexiga, sarcomas espinhosos.
Zheng et al., 2021.	Corantes de enofite	-	Fibras de celulose e algodão.	-

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Fonte: Elaborado pelos autores(2025)

Título da imagem



Fonte: Fonte da imagem

Título da imagem



Fonte: Fonte da imagem

Título da imagem



Fonte: Fonte da imagem

Título da imagem



Fonte: Fonte da imagem