

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 evento
23/11 100% online
24/11 e gratuito

AVANÇOS TECNOLÓGICOS NO TRATAMENTO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS TÊXTEIS

Laís Favila Carvalhal

Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia da Bahia, Lauro de Freitas, Bahia, Brasil
carvalhallais@gmail.com

Olivia Silva Nepomuceno Santos

Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia da Bahia, Lauro de Freitas, Bahia, Brasil
olivianepomuceno@ifba.edu.br

Resumo: O presente artigo aborda a importância da sustentabilidade na indústria têxtil, destacando os desafios ambientais e econômicos enfrentados pelo setor. A produção massiva de roupas e têxteis tem causado impactos significativos no meio ambiente, desde o cultivo do algodão até o descarte inadequado de resíduos têxteis. O objetivo da pesquisa de referencial teórico é analisar e discutir os avanços tecnológicos mais recentes no tratamento sustentável de resíduos têxteis, destacando as perspectivas promissoras que essas inovações oferecem para a gestão ambientalmente responsável de resíduos provenientes da indústria têxtil. Como resultado, o artigo aborda o processo produtivo, o consumo de água na produção têxtil e o tratamento de resíduos.

Palavras-chave: sustentabilidade, resíduos, indústria têxtil

1. INTRODUÇÃO

O mundo pós-moderno se confronta com várias questões que permeiam a sustentabilidade e o desenvolvimento econômico, que passa por uma forte crise ambiental e instabilidade social. Conforme afirma Salcedo (2014), a sustentabilidade é necessária para a continuidade do desenvolvimento mundial. Desse modo, os incentivos basilares devem se relacionar com as questões ambientais, com a

PUC-Campinas

EESC USP

Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO
DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11

evento

23/11

100% online

24/11

e gratuito

mudança de comportamento do consumidor em investigar a produção, os materiais usados e a dinâmica do comércio dos produtos que consome. Nesse sentido, o setor do vestuário tem sido um dos que mais inovam no que diz respeito à sustentabilidade, ainda que essa assimilação rápida necessite de melhores verificações e comprovações (MOURA; ALMEIDA, 2013).

Em virtude do aumento significativo da produção têxtil no Brasil e da necessidade da indústria da moda em lançar tendências inovadoras, em curto prazo são produzidas muitas peças do vestuário, podendo resultar em grandes impactos ambientais. De tal maneira os impactos decorrentes da produção percorrem toda a cadeia produtiva desde o plantio do algodão, à confecção da peça e a comercialização.

No cultivo do algodão usa-se grande quantidade de pesticidas e fertilizantes, empregados para a obtenção da fibra, o que causa contaminação do solo, do ar e da fauna local. O algodão usado normalmente é tingido com corantes compostos por ácidos, sólidos solúveis e compostos tóxicos, os quais podem contaminar os recursos hídricos. Assim, o processo produtivo afeta a saúde da população, provoca o consumo desmedido de água e energia, além da geração de emissões atmosféricas, poluentes e resíduos sólidos nos processos de acabamento dos produtos têxteis. Em relação ao estágio da confecção, os retalhos causam grandes impactos, embora não explícitos, pois a sua coleta, geralmente, é realizada de modo desestruturado, sem preocupação com a destinação adequada, descartadas no lixo comum (INCHE, 2000).

Com a evolução da sociedade, a indústria têxtil desenvolveu uma infraestrutura produtiva que se transformou em parques industriais para fazer frente a uma demanda de larga escala no mercado global. Esta infraestrutura constitui uma rede de segmentos produtivos independentes, tais como o beneficiamento das fibras naturais, a fiação de fibras naturais, artificiais e sintéticas, tecelagem e malharia (FUJITA e JORENTE, 2015).

A Indústria têxtil está presente em todo o mundo, pois os produtos têxteis têm uso em diversas atividades humanas e seu papel vai desde proteção das intempéries à identificação de status social, apresentando, deste modo, grande importância nas dimensões social, cultural, econômica e política a ponto de influenciar costumes e tendências com consequências no modo de vida em diferentes épocas (FUJITA e JORENTE, 2015; SANDIM e PETERS, 2018).

A crescente produção têxtil nos dias atuais é impulsionada pelo crescimento populacional e aumento do padrão de consumo. De acordo com Fernandez (2022), a produção de fibras têxteis no mundo ultrapassou cerca de 24 milhões de toneladas métricas em 1975; em 2021 esse número quase quintuplicou, superando 113 milhões de toneladas. As fibras naturais, como algodão ou lã, tiveram um volume de produção de 25,4 milhões de toneladas, enquanto as fibras sintéticas e celulósicas representaram os 88,2 milhões restantes.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

Por conseguinte, esta grande produção acarreta em grande uso de recursos naturais e o incentivo ao consumo desenfreado torna essa indústria uma das mais poluentes do mundo (BERLIM, 2012). Allwood et al. (2006) apontam que os principais impactos ambientais causados pela indústria têxtil surgem do uso de energia e produtos químicos tóxicos.

Levando em consideração o grande número de empresas do setor vestuário e têxtil, percebe-se que este carece de pesquisas científicas direcionadas e de um olhar crítico quanto às questões ambientais.

O objetivo deste trabalho é analisar e discutir os avanços tecnológicos mais recentes no tratamento sustentável de resíduos têxteis, destacando as perspectivas promissoras que essas inovações oferecem para a gestão ambientalmente responsável de resíduos provenientes da indústria têxtil. Além disso, este artigo também abordará os desafios práticos e as dificuldades de implementação efetiva dessas tecnologias, fornecendo uma visão abrangente do estado atual da pesquisa e desenvolvimento nesse campo crucial para a sustentabilidade ambiental.

Tal estudo torna-se significativo e justifica-se porque busca investigar as inovações tecnológicas na gestão de resíduos têxteis devido à relevância ambiental, econômica, legal e social. A pesquisa visa fornecer informações essenciais para promover práticas sustentáveis na indústria têxtil e abordar os desafios associados a essa questão crítica.

2. METODOLOGIA

O presente estudo foi conduzido mediante a revisão sistemática da literatura científica nacional e internacional abordando o tema de resíduos têxteis e tecnologias sustentáveis no contexto de pesquisas acadêmicas. Para tal, adotou-se um procedimento que consistiu em diversas fases: a identificação de tópicos de interesse, a definição dos parâmetros a serem extraídos dos estudos selecionados, a avaliação destes estudos, a interpretação dos resultados e a formulação da revisão.

A pesquisa bibliográfica foi realizada por meio de bases de dados renomadas, incluindo Science Direct, SciELO e Google Scholar, utilizando uma combinação de palavras-chave relacionadas ao tema. No idioma português, foram empregados descritores como "resíduos têxteis", "sustentabilidade na moda", "tecnologias sustentáveis têxteis", "tratamento de resíduos têxteis". Já no idioma inglês, os descritores utilizados foram "textile waste", "waste management" e "textile recycling".

Além da busca direta nas bases de dados, as referências bibliográficas dos artigos selecionados foram examinadas a fim de localizar outras fontes relevantes. Adicionalmente, teses e dissertações não

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

publicadas em formato de artigos foram incluídas para ampliar o leque de estudos científicos analisados.

Após um levantamento inicial, procedeu-se à análise dos títulos e resumos dos artigos para determinar a correspondência com o objeto de estudo proposto. Posteriormente, realizou-se uma seleção dos artigos para a leitura integral.

Uma vez realizada a leitura completa, os artigos foram submetidos a uma análise crítica, sendo categorizados de acordo com o autor, ano de publicação, local da pesquisa, objetivos, metodologia empregada e resultados obtidos. Após a compilação dos artigos selecionados em um banco de dados, procedeu-se à elaboração de fichamentos para a organização das informações, com base nos subtemas definidos para a composição do trabalho.

3. RESULTADOS

3.1 Processo produtivo

Conforme mencionado por Immich (2006), o processo produtivo na indústria têxtil inicia-se com a matéria-prima onde as fibras passam pelo processo de fiação, que é seguido pela etapa de tecelagem plana ou malharia. Após essas fases, o tecido é submetido a um processo de acabamento, durante o qual ocorre uma inspeção para identificar possíveis defeitos de tecelagem, que são corrigidos quando há viabilidade. Logo, após a inspeção, inicia-se a etapa de processos a úmido, que abrange a mercerização, alcalinização, purga, alvejamento químico e tingimento.

Os processos das indústrias têxteis podem ser identificados como secos e úmidos. Os processos chamados secos incluem a fabricação dos fios, malharia e tecelagem. Porém, a tecelagem apresenta uma etapa, a engomagem do fio, que é um processo úmido. De modo geral o beneficiamento dos fios ou tecidos são compostos de processos úmidos (SILVA, 2004).

Conforme descrito por Alcantara e Daltin (1996), a etapa de fiação é a fase na qual os fios são transformados em tecidos. Assim, durante o processo de fiação, os fios são produzidos a partir de fibras naturais e artificiais. No caso das fibras naturais, o processo envolve operações que unem as fibras através do atrito. Já a fiação de fibras artificiais abrange etapas de extrusão, que resultam em filamentos que são solidificados por meio da operação de endurecimento.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

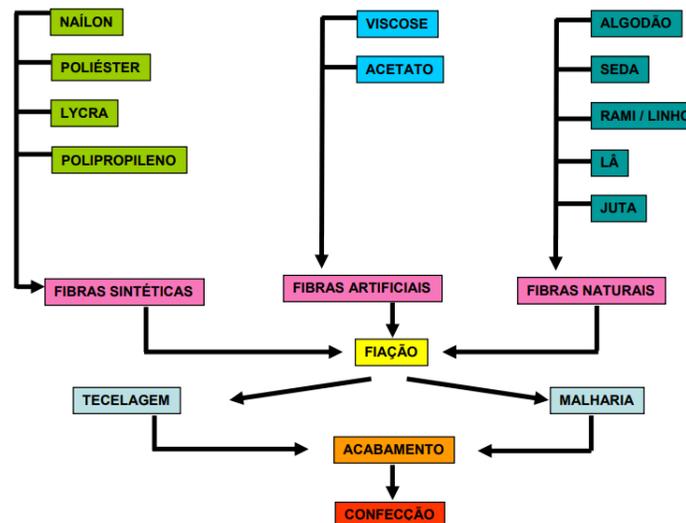
WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

Processo de fiação



Fonte: SEBRAE 2000

3.2 Consumo de água na produção Têxtil

Kunz et al. (2002) citam em sua obra que nas últimas décadas iniciou-se uma crescente preocupação com problemas ambientais impulsionada pelo rápido crescimento populacional e pela expansão da atividade industrial. Assim, a preocupação em economizar água em processos de produção tem se intensificado, devido ao reconhecimento do valor intrínseco desse recurso, incorporado na legislação brasileira por princípios como "consumidor pagador" e "poluidor pagador". Nesse contexto, a indústria têxtil ganha destaque devido ao seu vasto parque industrial, que gera volumes significativos de efluentes e, por consequência, a produção de resíduos sólidos, cujo tratamento inadequado pode acarretar sérias questões de contaminação ambiental.

A produção de 1 kg de tecido requer aproximadamente 200 litros de água, primariamente utilizados para a aplicação de agentes químicos nas fibras e para a lavagem dos produtos finais. As águas

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

residuais geradas nesse processo contêm uma elevada concentração de corantes e substâncias químicas que possuem vestígios de metais, como Cr (cromo), As (arsênio), Cu (cobre) e Zn (zinco). Estas substâncias têm o potencial de causar impactos adversos tanto no meio ambiente quanto na saúde humana (GHALY et al., 2014).

Conforme Twardokus (2004), a racionalização do uso da água na indústria têxtil pode ser alcançada por meio da modernização de equipamentos e do avanço tecnológico nos processos e na fabricação de produtos, para reduzir o consumo desse recurso natural. Para diminuir o consumo de água, é essencial monitorar diariamente os desperdícios no processo de produção, da mesma forma como se faz com outros insumos, como ar comprimido, energia térmica e energia elétrica, buscando assim a redução de despesas na indústria têxtil.

3.4 Tratamento de Resíduos

Conforme destacado por Menezes et al. (2002), a pesquisa sobre a reciclagem de resíduos industriais tem ganhado força em todo o mundo nos últimos anos. Na América do Norte e na Europa, a reciclagem é considerada um mercado altamente lucrativo pela iniciativa privada. Muitas empresas estão investindo em pesquisa e tecnologia para aprimorar a qualidade dos produtos reciclados e tornar o sistema produtivo mais eficiente. No Brasil, diversos pesquisadores têm se dedicado ao estudo desse tema, obtendo resultados significativos. No entanto, a reciclagem ainda não está enraizada na cultura dos empresários e cidadãos brasileiros. Neste contexto, os índices de reuso e reciclagem de resíduos industriais continuam sendo insignificantes em relação à quantidade produzida.

O reaproveitamento de resíduos provenientes de processos industriais para obtenção de produtos cerâmicos na construção civil é uma das soluções para o problema ambiental associado ao descarte de resíduos poluentes (OLIVEIRA e HOLANDA, 2004).

A indústria cerâmica incorpora uma variedade de resíduos industriais, incluindo aqueles originários da mineração, indústria de papel e celulose, têxteis, metalúrgica, entre outros. Independentemente da sua origem, esses resíduos estão sendo cada vez mais utilizados como matérias-primas alternativas na indústria cerâmica. As composições das massas cerâmicas tradicionais são heterogêneas, compostas tipicamente por materiais tanto plásticos quanto não plásticos, o que as torna capazes de incorporar materiais residuais de diversos tipos, mesmo em proporções substanciais.

Sendo assim, a reciclagem e a reutilização de resíduos provenientes de diferentes processos industriais, como novas matérias-primas cerâmicas, têm sido objeto de pesquisas em diversas instituições (MENEZES et al., 2002).

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

De acordo com Cunha et al. (2022) os resíduos têxteis apresentaram potencial de reciclabilidade nas indústrias alimentícia, farmacêutica, química e energética, através do processo de pirólise. Cho et al. (2023) demonstraram que os resíduos têxteis podem ser usados com sucesso como matéria-prima para a produção de vários produtos de alto valor, incluindo bioetanol.

Dentre os vários tipos de resíduos têxteis, destaca-se que a tecnologia mais promissora para reciclagem de poliamidas é a base de solventes, mas como estes são comumente tóxicos, é também crescente a pesquisa de novos produtos que não degradem o meio ambiente. Do mesmo modo, o método mais eficaz para separar a celulose dos demais componentes em polialgodão é através de dissolução seletiva (JAMES, 2023).

Pesquisa realizada por Ramon et al. (2023) avaliaram a produção de blocos de construção à base de açúcar a partir de resíduos têxteis tingidos via hidrólise enzimática, destacando o potencial dos métodos de oxidação, hidrólise enzimática e refino mecânico como um caminho ecológico para gerar produtos químicos de valor agregado a partir de resíduos têxteis de algodão, promovendo a circularidade econômica.

4. CONCLUSÃO

Este estudo destaca a necessidade do desenvolvimento de pesquisas e tecnologias que promovam a sustentabilidade na indústria têxtil e em setores relacionados. A busca por soluções que minimizem o impacto ambiental e maximizem o uso eficiente dos recursos deve ser uma prioridade. Isso envolve o estudo de processos de produção mais limpos, a adoção de práticas sustentáveis e a promoção da reutilização de resíduos industriais. A indústria têxtil, com seu grande alcance e influência, desempenha um papel crucial na busca por um futuro mais sustentável, e a pesquisa e inovação desempenham um papel fundamental nesse processo.

REFERÊNCIAS

- [1] ALCÂNTARA, M.R e DALTIM, D. A química do Processamento Têxtil. Química Nova, 1996.
- [2] ALLWOOD, J. M.; LAURSEN, S. E.; RUSSELL, S. N.; MALVIDO DE RODRIGUEZ, C.; BOCKEN, N. M. P. An approach to scenario analysis of the sustainability of an industrial sector applied to clothing and textiles in the UK. Journal of Cleaner Production, v. 16, n. 2, p. 1234-1246, 2006.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

- [3] BERLIM, Lilyan. Moda e Sustentabilidade: uma reflexão necessária. São Paulo: Estação das Letras e Cores, 2012.
- [4] CINHA, S. B. da. et al. UTILIZAÇÃO DA PIRÓLISE COMO TRATAMENTO DOS RESÍDUOS TÊXTEIS DE FIBRAS NATURAL E ARTIFICIAL RESULTANTE DO CORTE NA INDÚSTRIA DE CONFECÇÃO. Revista AIDIS de ingeniería y ciencias ambientales, v. 15, n. 2, 2022, p.757.
- [5] CHO, E. J., et al. Converting textile waste into value-added chemicals: An integrated bio-refinery process. Journal Environmental Science and Ecotechnology, v. 15, 2023.
- [6] FERNANDES, I. S. X. et al. Propostas de melhoria no processo de desenvolvimento de produto na indústria têxtil e vestuário. Repositorium Universidade do Minho. 2022
- [7] FUJITA, R. M. L., JORENTE, M. J. A Indústria Têxtil no Brasil: uma perspectiva histórica e cultural. ModaPalavra e-periódico, v. 8, n. 15, 2015, p. 153-174.
- [8] GHALY et al. Production, Characterization and Treatment of Textile Effluents: A Critical Review. Journal Chemical Engineering & Process Technology, v. 5, n. 1, 2014.
- [9] IMMICH, A. P. S. Remoção de corantes de efluentes têxteis utilizando folhas de Azadirachta indica como adsorvente. 2006. Dissertação (mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- [10] JAMES, H. C.. Textile waste – an opportunity as well as a threat. Journal Green Carbon, 2023.
- [11] KUNZ, A.; PERALTA-ZAMORA, P.; MORAES, S. G.; DÚRAN, N. Novas tendências no tratamento de efluentes têxteis. Revista Química Nova, vol. 25, n. 1, p. 78-82, 2002.
- [12] MENEZES, R. R.; NEVES, G. A.; FERREIRA, H. C. O Estado da arte sobre o uso de resíduos como matérias-primas cerâmicas alternativas”. Revista Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 6, n. 2, 2002.
- [13] MOURA, Mônica; ALMEIDA, Mariana Dias de. A Relação Entre A Sustentabilidade E O Design De Moda Contemporâneo: uma análise sobre o segmento jeanswear. Comunicação e Sociedade, v. 24, São Paulo, 2013.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS



22/11 | evento
23/11 | 100% online
24/11 | e gratuito

- [14] SALCEDO, E. Moda ética para um futuro sustentável. 1. ed. Tradução de Dennis Fracalossi. Barcelona: Gustavo Gili. 2014.
- [15] SANDIN, G., PETERS, G. M. Environmental impact of textile reuse and recycling – A review. *Journal of Cleaner Production*, Volume 184, 2018.
- [16] SILVA, G. L. Redução de corante em efluente de processos de tingimento de lavanderias industriais por adsorção em argila. 116f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Estadual de Campinas, 2004.
- [17] OLIVEIRA G. E.; HOLANDA J. N. F. Análise do impacto ambiental causado pela utilização de resíduo sólido do setor siderúrgico em cerâmica vermelha. *Revista Cerâmica* 50, 2004, p. 185 -189.
- [18] RAMON E. V. et al. Environmentally friendly oxidation pretreatments to produce sugar-based building blocks from dyed textile wastes via enzymatic hydrolysis. *Chemical Engineering Journal* v. 467, n. 1, 2023.
- [19] TWARDOKUS, R. G. Reuso de água no processo de tingimento da Indústria têxtil. 2004. Dissertação (mestrado em Engenharia Química). Universidade Federal de Santa Catarina.