



Recebido: 01/02/2024 | Revisado: 08/06/2025 | Aceito: 08/07/2025 | Publicado: 10/07/2025



This work is licensed under a  
Creative Commons Attribution 4.0 Unported License.

DOI: 10.31416/rsdv.v13i3.892

## **Avaliação dos Impactos Ambientais nos Solos e Cursos D'água Resultantes do Descarte Inadequado de Resíduos Têxteis: Uma Revisão de Literatura**

*Assessment of Environmental Impacts on Soils and Watercourses Resulting from Inadequate Disposal of Textile Waste: A Literature Review*

### **SILVA, Maria Clara da Rocha dos Santos. Mestranda em Engenharia Civil e Ambiental**

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE. Av. Marielle Franco, s/n - Km 59 - Caruaru - PE - Brasil, 55014-900  
Telefone: (81) 99234-3038 / E-mail: [mariarochoa.silva@ufpe.br](mailto:mariarochoa.silva@ufpe.br) / Orcid: <https://orcid.org/0009-0002-8754-3894>

### **SILVA, Willan do Nascimento. Mestrando em Engenharia Civil e Ambiental**

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE. Av. Marielle Franco, s/n - Km 59 - Caruaru - PE - Brasil, 55014-900  
Telefone: (87) 98122-5759 / E-mail: [willan.nascimento@ufpe.br](mailto:willan.nascimento@ufpe.br) / Orcid: <https://orcid.org/0009-0000-3365-595X>

### **DA SILVA, Matheus Henrique Alves. Mestre em Engenharia Civil e Ambiental**

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE. Av. Marielle Franco, s/n - Km 59 - Caruaru - PE - Brasil, 55014-900  
Telefone: (81) 99233-1932 / E-mail: [matheus.alvess@ufpe.br](mailto:matheus.alvess@ufpe.br) / Orcid: <https://orcid.org/0009-0003-9503-1562>

### **DA SILVA, Gilson Lima. Doutor em Engenharia Química/Ambiental**

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE. Av. Marielle Franco, s/n - Km 59 - Caruaru - PE - Brasil, 55014-900  
Telefone: (81) 99996-8941 / E-mail: [gilson.lsilva@ufpe.br](mailto:gilson.lsilva@ufpe.br) / Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2484-3590>

### **BELLO, Maria Isabela Marques da Cunha Vieira. Doutora em Engenharia Civil**

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE. Av. Marielle Franco, s/n - Km 59 - Caruaru - PE - Brasil, 55014-900  
Telefone: (81) 99139-0494 / E-mail: [isabelamcvbello@hotmail.com](mailto:isabelamcvbello@hotmail.com) / Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3072-7836>

## **RESUMO**

A indústria têxtil é amplamente reconhecida como uma das principais fontes de poluição do solo e dos corpos d'água. Isso se deve à sua intensa demanda por água em processos produtivos e à liberação significativa de poluentes no meio ambiente, especialmente nos corpos hídricos. Dada essa situação, é de suma importância conduzir análises abrangentes dos impactos ambientais originados pelo descarte de resíduos têxteis, tanto líquidos quanto sólidos. Devido à escassez de literatura que aborde de maneira substancial os efeitos ambientais nos cursos d'água e, em particular, no solo, resultantes nesse sentido, este estudo propõe uma revisão breve da literatura que tenha como intuito caracterizar e identificar a temática acerca dos impactos e potenciais impactos que tais danos causam ao meio ambiente, em especial, nos solos e cursos d'água. Foi conduzida uma meta-análise com dados provenientes da plataforma Scopus, enquanto o software VOSviewer foi empregado para avaliar a relevância da análise dos impactos ambientais nos solos decorrentes do inadequado descarte de efluentes têxteis. Os resultados revelaram diversos impactos ambientais, como mudanças climáticas, perda de biodiversidade e habitats, poluição do ar, contaminação das águas subterrâneas, comprometimento da fertilidade do solo, inibição do crescimento vegetal e, por último, a ameaça à produtividade agrícola.

**Palavras-chave:** Efeitos ambientais, Solos, Corpos hídricos, Resíduos têxteis, Efluentes têxteis.



## ABSTRACT

The textile industry is widely recognized as one of the main sources of soil and water pollution. This is due to its intense demand for water in production processes and the significant release of pollutants into the environment, especially into water bodies. Given this situation, it is of paramount importance to conduct comprehensive analyzes of the environmental impacts caused by the disposal of textile waste, both liquid and solid. Due to the scarcity of literature that substantially addresses the environmental effects on watercourses and, in particular, on the soil, resulting in this sense, this study proposes a brief review of the literature that aims to characterize and identify the theme about the impacts and potential impacts that such damage causes to the environment, in particular, on soils and watercourses. A meta-analysis was conducted with data from the Scopus platform, while the VOSviewer software was used to assess the relevance of analyzing the environmental impacts on soils resulting from inadequate disposal of textile effluents. The results revealed several environmental impacts, such as climate change, loss of biodiversity and habitats, air pollution, contamination of groundwater, impairment of soil fertility, inhibition of plant growth and, finally, the threat to agricultural productivity.

**Keywords:** Environmental effects, Soils, Water bodies, Textile waste, Textile effluents.

## Introdução

A água, um recurso natural limitado, está experimentando uma deterioração em sua qualidade, impulsionada pelo crescimento populacional crescente, a contaminação e a falta de políticas públicas dedicadas à sua conservação (Cardoso, 2022). Segundo Rocha (2021), nas últimas décadas, os problemas ambientais têm se agravado e se tornado mais frequentes, principalmente devido ao aumento desmedido da população e à expansão das atividades industriais. Estes fatores, que estão associados às ações humanas, têm acarretado mudanças drásticas na qualidade do solo, do ar e da água.

Dentro desse contexto, no Brasil, o setor têxtil se destaca como um dos segmentos industriais de crescimento mais acelerado, exercendo um papel fundamental na economia, com uma impressionante quantidade de mais de 25 mil empresas têxteis, responsáveis por criar 1,5 milhões de empregos diretos e aproximadamente 8 milhões de postos indiretos (Fusati, 2023). Entretanto, é considerado um dos setores com maior impacto ambiental, uma vez que consome significativas quantidades de água em seus processos de produção e libera uma considerável carga de poluentes no ambiente, principalmente em corpos d'água. Esta poluição não apenas afeta diretamente, mas também indiretamente os organismos ao longo da cadeia alimentar.



Segundo um estudo da Fundação Ellen MacArthur (2022), a indústria têxtil destaca-se como uma das principais demandantes de água doce global, consumindo aproximadamente 93 bilhões de metros cúbicos de água anualmente. Este volume representa cerca de 4% do total de água doce captada mundialmente a cada ano.

O substancial consumo de água na indústria têxtil abarca uma série de fases envolvidas na transformação da matéria-prima em uma variedade de produtos. O processo de produção da indústria têxtil engloba as seguintes etapas: Fiação - a conversão das fibras têxteis em fios, que podem ser direcionados para beneficiamento ou para a produção de tecidos e malhas; Preparação para a tecelagem - o tratamento dos fios para seu uso final, incluindo processos como tingimento, engomagem e retorção (para linhas, barbantes, fios especiais, etc.), além de tratamentos especiais; Tecelagem e/ou malharia - a criação de tecidos planos ou tridimensionais a partir dos fios têxteis; Beneficiamento primário/secundário e terciário - a preparação, tingimento, estamparia e acabamento de tecidos, malhas ou produtos confeccionados; e, por fim, confecções - uma etapa que incorpora uma variedade de tecnologias à produção têxtil, incluindo a adição de acessórios nas peças (Campos, 2018).

Conforme os dados do Projeto Pegada Hídrica da CBHSF (2019), a fabricação de uma única calça jeans, desde o cultivo do algodão até a chegada ao consumidor final, demanda mais de cinco mil litros de água. Essa estimativa segue a metodologia global Water Footprint Network, que se baseia em três indicadores: a Pegada Verde, que considera a água da chuva utilizada pelas plantas nos processos agrícolas ao longo da cadeia produtiva; a Pegada Azul, que representa o consumo de água de fontes de água doce, incluindo as subterrâneas, e que não é devolvida às mesmas fontes de captação; e a Pegada Cinza, que corresponde ao volume de água necessário para que a natureza possa assimilar o efluente liberado de volta ao meio ambiente.

Nesse cenário, a indústria têxtil assume uma relevância significativa, uma vez que, além de consumir volumes substanciais de água, gera quantidades consideráveis de efluentes que contêm uma grande concentração de corantes orgânicos sintéticos em seus resíduos. Esses efluentes são frequentemente liberados em grandes proporções nos corpos d'água naturais em todo o mundo. Como resultado, os efluentes provenientes da indústria têxtil são classificados como os mais poluentes



entre os setores industriais, tanto em termos de quantidade quanto de composição (Marques, 2022).

Conforme Ramos (2020) os efluentes industriais consistem em líquidos residuais ou gases originados das atividades industriais, os quais são lançados no ambiente natural. A constituição dos efluentes industriais varia conforme o setor industrial em questão, podendo resultar em efluentes que podem ser reaproveitados ou em substâncias carregadas de produtos químicos, que são poluentes e requerem tratamento.

Nunes (2019) enfatiza que os resíduos provenientes das indústrias têxteis possuem níveis reduzidos de degradação, o que os torna altamente propensos a causar poluição, especialmente nos recursos hídricos. Isso se deve à estabilidade química das suas propriedades, que confere uma persistência significativa desses resíduos no meio ambiente.

Os efluentes da indústria têxtil exibem coloração intensa devido à aplicação de corantes nos procedimentos de tingimento. Além disso, esses efluentes contêm uma considerável quantidade de sólidos em suspensão, concentrações elevadas de DQO (Demanda Química de Oxigênio), presença significativa de metais traço, compostos orgânicos clorados e surfactantes (Mainardi, 2021).

Conforme Tassi (2022), os corantes abrangem uma vasta gama de características, incluindo reatividade, solubilidade, volatilidade e estabilidade, devido à presença de diversos compostos com distintos grupos funcionais. O inadequado descarte desses efluentes provenientes da indústria têxtil, além de apresentar um aspecto visual indesejável, resulta na redução da penetração da luz solar nos corpos hídricos, interferindo nos processos fotossintéticos, diminuindo os níveis de oxigênio dissolvido, impactando a qualidade da água e causando efeitos tóxicos imediatos na vida aquática, como indicado por Chaves (2022).

Portanto, essa categoria de efluente constitui um desafio significativo na indústria têxtil, uma vez que, caso não seja adequadamente tratada, pode alcançar reservatórios e sistemas de tratamento de água antes de ser descarregada em corpos d'água naturais, acarretando em impactos ambientais, sendo uma ameaça substancial ao meio ambiente e à saúde humana (Queiroz, 2019).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA (1996), define impacto ambiental como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas



do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais.

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (1996), o impacto ambiental é definido como qualquer alteração do ambiente, seja ela prejudicial ou benéfica, proveniente, em parte ou integralmente, das atividades, produtos ou serviços de uma organização. Este último conceito parece se alinhar de maneira mais adequada à situação.

As atividades de produção no setor têxtil têm gerado efeitos ambientais evidentes no ar, na água e no solo devido à falta de controle na emissão de substâncias poluentes por parte das empresas e às práticas humanas que influenciam a interação com o meio ambiente. Como resultado dessas atividades, emergem impactos ambientais como mudanças climáticas, perdas de biodiversidade e habitats, poluição do ar, contaminação das águas subterrâneas, entre outros (Ribeiro, 2018).

A poluição das águas pode ocorrer em razão do descarte inadequado de efluentes líquidos e resíduos no solo, assim como pela má gestão de resíduos em geral. Esses processos poluentes resultam em diversos impactos ambientais, como a contaminação microbológica, a alteração da biodiversidade, o acúmulo excessivo de matéria orgânica nos ecossistemas aquáticos e o enriquecimento por nutrientes. Tais efeitos podem favorecer a eutrofização dos corpos d'água e o acúmulo de resíduos sólidos nos sedimentos marinhos. Esses fenômenos têm se consolidado como desafios recorrentes na área ambiental (Nunes, 2019).

Conforme mencionado previamente, a questão central relacionada aos efluentes têxteis concentra-se principalmente na eliminação dos corantes, predominantemente devido à sua baixa taxa de degradação. Não há um método universal de tratamento para efluentes com coloração intensa. Diversas abordagens de tratamento estão disponíveis, entretanto, em razão da notável complexidade dos efluentes, a combinação de técnicas se torna necessária para assegurar eficácia no tratamento. Em algumas situações, essa abordagem pode ser inviável devido aos custos substanciais associados (Haag, 2022).



Nos procedimentos atuais de tratamento de efluentes industriais, os métodos físico-químicos, notavelmente a coagulação e a floculação, desempenham um papel de extrema relevância. Essas técnicas são amplamente empregadas na indústria têxtil com o intuito de eliminar sólidos suspensos, fósforo (P), reduzir a demanda química de oxigênio (DQO) e atenuar a coloração. O processo de coagulação envolve a adição de um coagulante, como o sulfato de alumínio ( $Al_2(SO_4)_3$ ), que provoca a formação de flocos com as partículas presentes no efluente. Em seguida, ocorre a etapa de floculação, onde um agente floculante, frequentemente um polímero, aglutina os flocos para facilitar sua subsequente remoção. Estes procedimentos concorrem para a eliminação de impurezas e favorecem o cumprimento das normas ambientais. Além disso, contribuem para a sustentabilidade ao viabilizar a reutilização da água e mitigar o impacto ambiental associado à indústria (Nunes, 2019).

Entretanto, estão em curso investigações de outros métodos com o propósito de aprimorar o processo de tratamento desses efluentes. Uma abordagem notável é representada pelos Processos Oxidativos Avançados - POA, que se fundamentam na geração de radicais livres, notadamente o radical hidroxila altamente oxidante ( $OH\cdot$ ). Estes métodos se caracterizam pela conversão parcial ou total de poluentes em compostos mais simples, como dióxido de carbono, água, compostos inorgânicos, ânions ou substâncias menos nocivas. Tais produtos podem ser subsequentemente degradados por meio de técnicas convencionais (Araújo, 2021).

Apesar de uma maior ênfase ser frequentemente dada aos resíduos líquidos, que abrangem corantes, detergentes e soluções químicas em geral, o processo têxtil também gera uma quantidade significativa de efluentes sólidos. Entre esses resíduos sólidos, destacam-se os resultantes do descaroçamento do algodão, restos de tecidos, fios, cascas de piolhos de algodão e também matérias-primas não processadas, como barbantes, colchas, redes, fitas e pavios. O descarte inadequado desses resíduos pode acarretar na contaminação do solo por elementos químicos e metais traços. Esse cenário pode comprometer a fertilidade do solo, prejudicar o crescimento das plantas e, em última análise, afetar a produtividade agrícola (Callegaro, 2021).

Uma alternativa adicional ao uso do algodão, que pode ser associado a diversos impactos ambientais, é a substituição por fibras de proteína de soja. Essas fibras



têxteis são derivadas de polímeros sintetizados que não causam danos ao meio ambiente. Além disso, os resíduos gerados a partir dessas fibras, devido à sua origem em proteínas, podem ser aproveitados na produção de ração animal (Haag, 2022).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) também ressalta os danos provocados pelas indústrias, tanto em relação à saúde humana quanto ao meio ambiente. Nesse sentido, a contaminação do ar, decorrente da emissão de gases, partículas líquidas e sólidas na atmosfera, gera impactos tanto no meio ambiente quanto na saúde das pessoas. Nas lavanderias, essa poluição é particularmente vinculada à queima de lenha nas caldeiras (Torres, 2020).

Frequentemente, as atividades industriais são associadas a contaminações e incidentes ambientais, especialmente devido ao armazenamento de matérias-primas, logística de insumos e à disposição inadequada de resíduos nas instalações. Essas práticas evidenciam lacunas na eficácia do processo produtivo, tornando essencial aprimorar a gestão de resíduos. Isso não apenas possibilita o aumento da produtividade, mas também a redução dos impactos ambientais (Valentim, 2020).

Ao adquirirem compreensão dos fatores que geram os impactos ambientais resultantes de suas operações, as empresas promovem um desempenho ambiental positivo. Nesse contexto, torna-se essencial implementar ações de educação ambiental visando mitigar os problemas ambientais oriundos dos procedimentos produtivos das lavanderias (Martins, 2023).

Dentro desse entendimento, é evidente que os resíduos provenientes das atividades industriais requerem uma destinação apropriada. Além de potencialmente gerarem questões ambientais, esses resíduos também representam a perda de recursos preciosos e energia, demandando investimentos consideráveis em processos de tratamento para mitigar a poluição. Portanto, torna-se claro que, quando não tratados adequadamente, os resíduos têm o potencial de causar a degradação do ambiente, afetando a paisagem, a fauna e a flora (Da Costa, 2019).

Como resultado dessas questões, foram estabelecidas diversas medidas para controlar e sancionar aqueles que causam impactos adversos ao meio ambiente. Essas medidas encontram-se resumidas na Lei 6.938/81. Nessa legislação, o termo "meio ambiente" abrange o conjunto de fatores físicos, químicos e biológicos que sustentam e governam a vida em todas as suas manifestações. Como tal, é imperativo preservar a atmosfera, as águas internas e superficiais, os estuários, o mar



territorial, o solo, o subsolo, os componentes da biosfera, bem como a fauna e a flora (Da Silva, 2021).

Compreendendo a importância de se saber a forma correta de descarte de efluentes têxteis e carência de estudos brasileiros que apontem a relevância dos mesmos, este estudo visa, através de revisão bibliográfica possibilitar o entendimento e importância sobre os impactos ambientais nos solos e cursos d'água resultantes do descarte inadequado de efluentes têxteis.

## **Material e Métodos**

O estudo foi dividido em três etapas que definem o método da revisão sistemática: Pesquisa na base de dados, análise bibliométrica e análise sistemática.

### **Pesquisa na Base de Dados**

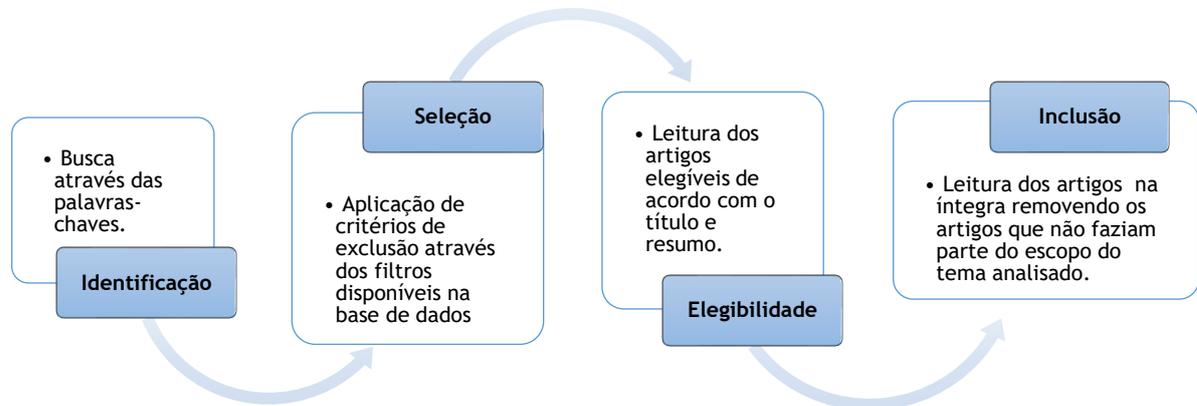
Mediante o portal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) foi possível identificar os trabalhos sobre impactos ambientais no solo causados pelo descarte de efluentes têxteis através da base de dados Scopus, que foi selecionada por ser reconhecida como uma plataforma de grande abrangência científica.

A pesquisa na Scopus foi realizada no mês de agosto de 2023 e para o tratamento dos artigos científicos foi aplicada a metodologia conhecida como os Principais Itens Para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-Análises (PRISMA) que é composta por quatro etapas: Identificação, Seleção, Elegibilidade e Inclusão (Souza, 2023).

A primeira etapa da metodologia PRISMA, identificação, se caracterizou pela busca das palavras-chaves “*environmental impacts*”, “*soils*”, “*water bodies*” “*textile effluents*” associadas entre si pelo operador Booleano “*and*”. Essa *string* de busca foi associada com o operador Booleano “*or*” a palavras-chave “*textile waste*”. Na seleção foram aplicados critérios de exclusão através dos filtros disponíveis na base de dados, sendo removidos os artigos de revisão, papéis de conferência e livros, artigos que não estivessem nos idiomas inglês e português e por fim aqueles que não estavam dentro do período dos últimos 5 anos de publicação. Na terceira etapa, foi realizada a leitura dos títulos e resumos dos artigos que passaram na etapa anterior.

Na última etapa, inclusão, os artigos restantes foram lidos na íntegra, removendo os artigos que não faziam parte do escopo do tema analisado.

Figura 1 - Fluxograma metodologia PRISMA.



Fonte: Autores, 2024.

## Análise Bibliométrica

Os estudos bibliométricos constituem uma modalidade de revisão que utiliza dados quantitativos e análises estatísticas como ferramentas para examinar as características da produção dentro de um campo específico. A bibliometria é compreendida como um conjunto de princípios e métodos estatísticos e matemáticos empregados para mapear a produtividade científica de autores, periódicos e para representar informações (Café; Brasher, 2008, p. 54).

Foi empregado o software VOSviewer para elaborar redes bibliométricas. Os agrupamentos formados pelo software são representados por conjuntos de cores, que consistem em círculos interconectados por arcos. A dimensão dos círculos indica a relevância na análise realizada, enquanto a espessura dos arcos reflete a intensidade das conexões entre os círculos na análise. As redes foram criadas com o propósito de examinar as relações de coautoria, citação e coocorrência.

## Análise Sistemática

Baseado no objetivo deste trabalho sobre os impactos ambientais causados nos solos e nos cursos d'água por meio do descarte inadequado de efluentes têxteis, os dados apresentados nos artigos foram utilizados para a elaboração de tabelas-resumo para sistematizar as informações

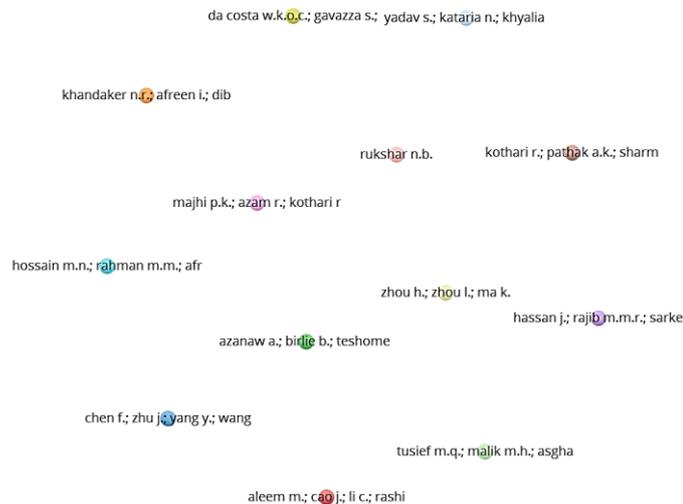


## Resultados e Discussão

### Análise Bibliométrica

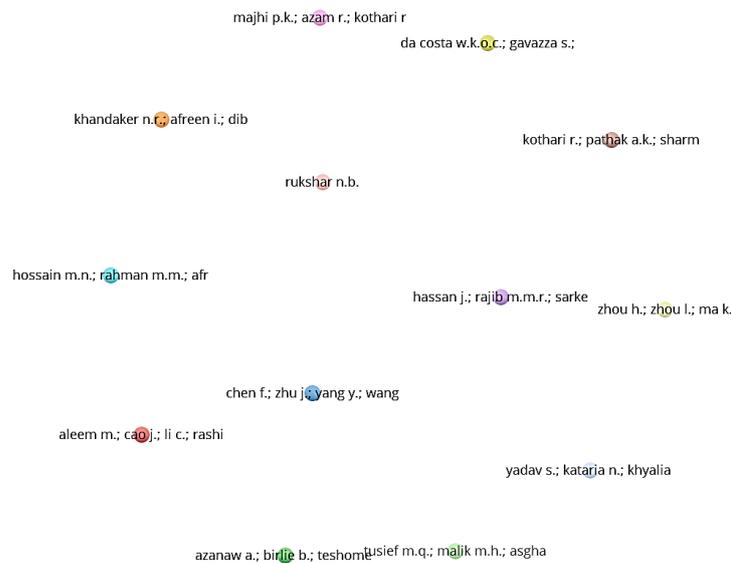
A partir da análise de coautoria, representada na Figura 2, é possível observar que não foi criada uma rede bibliométrica. Esse resultado mostra a falta de interação entre pesquisadores de países diferentes. A maior parte dos autores realizaram suas pesquisas na Índia representando 38,46% do total de artigos encontrados (com 5 artigos publicados), o que mostra uma concentração de pesquisas nesse país. Os outros trabalhos foram realizados na China, Brasil e Bangladesh representando 23,08% (com 3 artigos publicados), 23,08% (com 3 artigos publicados) e 15,38% (com 2 artigos publicados), respectivamente.

**Figura 2 - Rede bibliométrica de coautoria entre os autores.**



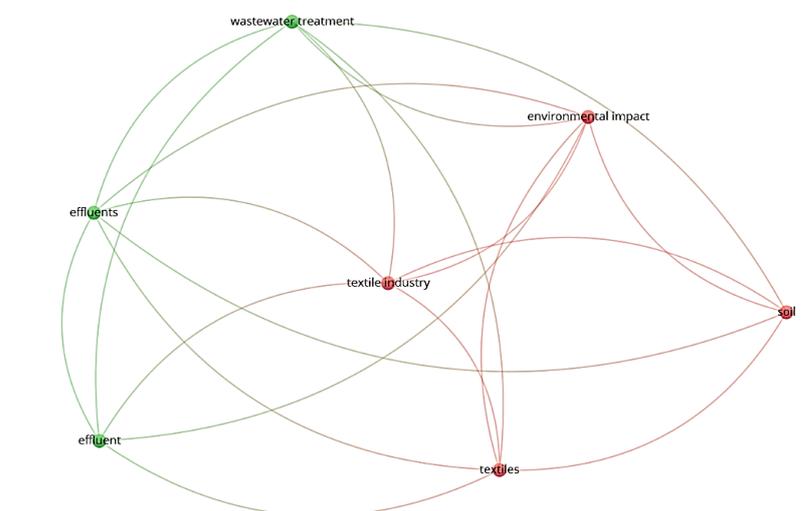
**Fonte:** Autores, 2024.

Assim como na análise de coautoria, a análise de citação também não obteve uma rede bibliométrica, conforme a Figura 3. Esse resultado nos mostra não só a falta de interação entre pesquisadores de países diferentes, mas também dentro do seu próprio país, já que a Índia possui a maior porcentagem de artigos dentro desse tema e nenhum dos trabalhos foi citado entre si.

**Figura 3 - Rede bibliométrica de citação dos artigos.**

Fonte: Autores, 2024.

Além disso, foi elaborada a rede de coocorrência com o intuito de entender a relação de coocorrência entre os 13 artigos encontrados na literatura. O tamanho do círculo representa a quantidade de vezes que o artigo foi citado, e a linha que interliga os artigos na rede representa a presença de citação, conforme Figura 4.

**Figura 4 - Rede bibliométrica de coocorrência dos artigos.**

Fonte: Autores, 2024.

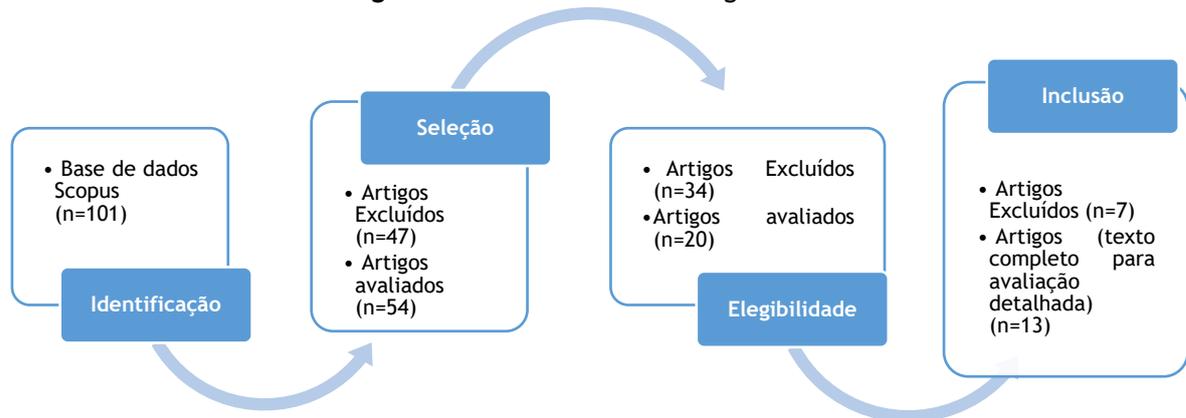
A partir da Figura 3, foi possível identificar 2 *clusters*, onde ocorreram a presença de coocorrência. Há o *cluster* verde, onde há a presença das palavras-chaves relacionadas a efluentes e tratamento de águas residuárias. No *cluster* vermelho há a presença das palavras-chaves relacionadas a impactos ambientais,

solos, indústria têxtil e têxteis.

## Análise Sistemática

De acordo com o método de pesquisa proposto, metodologia PRISMA, na etapa de identificação foram identificados um total 101 publicações encontradas na base de dados. Na segunda etapa, seleção, após serem aplicados os critérios de exclusão a amostra foi reduzida para 54 artigos. Na terceira etapa, foi realizada a leitura dos artigos elegíveis. Destes 34 foram descartados, resultando em 20 artigos os quais foram lidos na íntegra. Na última etapa, inclusão, os artigos restantes foram lidos na íntegra, removendo os artigos que não faziam parte do escopo do tema analisado, onde 7 artigos foram descartados do conjunto por não fazerem parte do escopo, resultando em 13 artigos, conforme Figura 5.

Figura 5 - Resultados Metodologia PRISMA.



Fonte: Autores, 2024.

A partir da leitura dos artigos foi possível apresentar, de forma resumida as atividades desenvolvidas pelos autores e suas principais conclusões, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Trabalhos encontrados na literatura e suas principais conclusões.

Nº	AUTOR	ANO	OBJETIVOS	CONCLUSÕES
1	TUSIEF <i>et al.</i>	2019	Esse estudo de laboratório foi projetado para desenvolver um sistema FTWs por meio da vegetação de duas plantas aquáticas flutuantes "Eichhornia crassipes (Mart.) Solms e Pistia	Os autores obtiveram como resultado que A eficácia do sistema foi amplificada pela inoculação de bactérias "Bacillus cereus e B. subtilis" que degradam e promovem o crescimento de plantas. Uma diminuição significativa, 16,23%



			<p>stratiotes L. para a remediação de águas residuais enriquecidas com corantes.</p>	<p>no potencial de hidrogênio (pH), 35,27% na condutividade elétrica (CE), 54,69% no total de sólidos dissolvidos (TDS), 45,32% no total de sólidos suspensos (TSS), 57,31% na demanda biológica de oxigênio (BOD), 66,82% na 2demanda química de oxigênio (COD) e 56,57% na porcentagem de concentração de cor (CC%) foi notado após um período de 3 dias. A qualidade da água tratada atendeu aos padrões estabelecidos pelos Padrões Nacionais de Qualidade Ambiental (NEQS) do Paquistão e pela Descarga Zero de Produtos Químicos Perigosos (ZDHC) para águas residuais municipais e industriais, sugerindo, assim, seu descarte seguro no sumidouro ambiental. Em conclusão, os FTWs bio-aumentados podem ser uma abordagem promissora para o tratamento de efluentes têxteis.</p>
2	ALEEM <i>et al.</i>	2020	<p>Esse estudo determinou as características das águas residuais têxteis e recomendou opções de tratamento eficientes e econômicas. Amostras de águas residuais de três indústrias diferentes foram coletadas e analisadas. Nove tratamentos diferentes usando diferentes dosagens de alúmen, carvão ativado e suas misturas foram usados para investigar o desempenho do tratamento. A análise de variância e correlação foi utilizada para otimizar os resultados.</p>	<p>Os autores obtiveram como resultados que uma correlação altamente significativa foi encontrada entre os tratamentos variando de 92 a 100% para os parâmetros observados. pH, demanda química de oxigênio e sólidos suspensos totais foram significativamente removidos. Uma combinação de alúmen e carvão ativado é o tratamento mais eficiente. Com base nos resultados altamente significativos entre diferentes parâmetros, uma estação de tratamento de águas residuais combinada é recomendada para um cluster de unidades industriais.</p>
3	CHEN <i>et al.</i>	2020	<p>Esse estudo propôs o conceito de pegada de alcalinização da água para avaliar o impacto potencial da alcalinização da água causada pela produção têxtil. Para conseguir isso, construiu-se uma estrutura de avaliação e calculou-se os fatores de caracterização relevantes considerando os mecanismos de reação</p>	<p>Os autores obtiveram como resultados que o tingimento de 1 tonelada de tecido de viscose produz uma pegada de alcalinização da água de 15,478 kg (OH<sup>-</sup>). equiv, e que o NaOH nas águas residuais das fases de desengomagem e tingimento foi o maior contribuinte em 97,23%.</p>



			química. Uma tinturaria foi selecionada como estudo de caso para demonstrar a viabilidade do conceito.	
4	KHANDAKER <i>et al.</i>	2020	Esse estudo procurou uma opção sustentável, foi realizado um projeto de desenvolvimento tecnológico à escala de bancada com o objetivo de investigação de desenvolver um método apropriado de pré-tratamento de águas residuais têxteis utilizando produtos químicos e materiais disponíveis localmente. íons e resíduos suspensos de hipoclorito de cálcio reduzido.	Os autores obtiveram como resultado a remoção completa da cor e mais de noventa e cinco por cento de remoção da demanda química de oxigênio foi alcançada. A redução da demanda química de oxigênio exige carga reduzida para o sistema de tratamento biológico a jusante, reduzindo assim a necessidade de aeração e, portanto, o consumo de energia. O processo desenvolvido tem potencial como uma opção sustentável de pré-tratamento de águas residuais para as indústrias têxteis de Bangladesh como uma tecnologia de cadeia de suprimentos confiável de baixo para cima usando produtos químicos e materiais locais.
5	ZHOU; ZHOU; MA.	2020	Esse estudo selecionou um típico parque industrial têxtil na China para entender melhor a origem e o destino das microfibras têxteis. Microfibras em águas residuais têxteis de fábricas têxteis típicas e estações centralizadas de tratamento de águas residuais(WWTs) do parque e microfibras nas águas superficiais próximas foram identificadas e caracterizadas.	Os autores obtiveram como resultado que a concentração de microfibras em efluentes de impressão e tingimento têxtil pode chegar a 54.100 MFs/L. Embora as eficiências de remoção de microfibras pelos processos existentes de tratamento de efluentes possam ser superiores a 85%, a concentração média de microfibras nos efluentes das ETEs centralizadas do parque industrial ainda atingiu 537,5 MFs/L, liberando 430 bilhões de itens de microfibra por dia. A liberação de microfibra de efluentes têxteis é consideravelmente maior do que a do tratamento de esgoto municipal plantas, tornando-se um contribuinte significativo para microfibras em corpos de água naturais. As microfibras de tamanho pequeno e coloridas aumentaram em proporção nos efluentes tratados. Dados os complexos constituintes das águas residuais têxteis, os potenciais impactos ambientais negativos das microfibras têxteis podem ser intensificados pela maior adsorção e transferência



				de poluentes têxteis através dessas microfibras.
6	DA COSTA <i>et al.</i>	2021	Nesse estudo, carvão fisicamente ativado feito de bagaço de cana-de-açúcar foi usado como adsorvente para remover a cor e a demanda química de oxigênio (DQO) do efluente têxtil.	Os autores obtiveram que os resultados mais eficientes foram obtidos para massa de adsorvente de 0,25 g, pH 6,0, tempo de contato de 60 min e tamanho de adsorvente menor que 0,42 mm. O adsorvente teve bom desempenho na remoção de cor de efluentes têxteis, removendo até 93% e 55% de cor e DQO, respectivamente. A área superficial de Brunauer - Emmett - Teller (BET) e o volume total de poros foram de 188,2 m <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> e 0,13 cm <sup>3</sup> g <sup>-1</sup> , respectivamente, e tamanhos médios de diâmetro de poros de 2,7 nm e 3,6 nm. Isso indica a capacidade dos resíduos agroindustriais para aplicação no processo de tratamento de efluentes têxteis.
7	AZANAW <i>et al.</i>	2022	Esse estudo avaliou as técnicas de tratamento de efluentes têxteis e os parâmetros físico-químicos de tratamento considerados durante os processos de tratamento primário, secundário e terciário. Ele também discute o efluente da demanda biológica de oxigênio (BOD) e da demanda química de oxigênio (COD), pH, sólidos dissolvidos totais (TDS), sólidos suspensos totais (TSS) e turbidez.	Os autores obtiveram como resultado que os processos de fabricação têxtil abrangem operações de pré-tratamento, tingimento, impressão e acabamento. Esses processos de produção não apenas consomem grandes quantidades de energia e água, mas também produzem uma quantidade significativa de resíduos. Para reduzir o impacto da poluição do processo têxtil, práticas como tingimento sustentável, uso de novas tecnologias menos poluentes, tratamento eficaz de efluentes e processos de reciclagem de resíduos precisam ser adaptados. Por fim, são apresentadas perspectivas futuras e um resumo do presente artigo.
8	HASSAN <i>et al.</i>	2022	O estudo buscou investigar para otimizar diferentes estágios de águas residuais de tingimento têxtil (TDW) para irrigação com foco em seu efeito no crescimento, rendimento e atributos físico-químicos do tomate, uso de nutrientes pela planta, enriquecimento de metais pesados e carga de poluição do solo irrigado. As águas residuais têxteis foram	Os autores obtiveram como resultado que a presença de nutrientes vegetais e metais pesados em todas as amostras estudadas onde T8 (efluente misto) excedeu o limite do padrão agrícola para quase todos os parâmetros fisiológicos como TDS, TSS, EC, BOD, COD proporcionando o maior valor. T8 também forneceu o maior Cl- e metais pesados como Cd, Ni, Cr, seguido por T4 < T7. Como consequência, estes forneceram um factor de enriquecimento



			coletadas das sete etapas de (segunda lavagem após lavagem e branqueamento T2; água tratada com enzima T3; segunda lavagem após drenagem do banho T4; tratamento de neutralização T5; segunda lavagem após ensaboar T6; tratamento de fixação de água T7; efluente misto T8) de um processo de tingimento para caracterização físico-química e avaliação de sua viabilidade de irrigação para cultivo de tomate em comparação com a água subterrânea (T1).	(EF), um índice de carga poluente (PLI) e uma taxa de absorção de sódio (SAR) comparativamente mais elevados para transformar o solo fresco na categoria de salino severo e ligeiramente a moderado. Portanto, o rendimento e os atributos físico-químicos do tomate foram drasticamente reduzidos com o tratamento T8 e T4.
9	KOTHARU <i>et al.</i>	2022	Este estudo teve como objetivo analisar como diferentes concentrações de efluentes da indústria de tingimento têxtil (25%, 50%, 75% e 100%) afetam a qualidade do solo, crescimento e atributos de rendimento ( <i>Vigna radiata</i> ). Em reação ao efluente de tingimento em concentrações variadas, a porcentagem de germinação de sementes, métricas de crescimento como índice de tolerância, porcentagem de fitotoxicidade, toxicidade relativa, extremo e comprimento da plúmula foram calculados.	Os autores obtiveram como resultado que com o aumento das concentrações do efluente, observou-se uma diminuição gradativa na germinação das sementes e no crescimento das plântulas. A toxicidade relativa máxima e a porcentagem de fitotoxicidade foi de 100%. Interação do perfil biométrico de crescimento, germinação relativa de sementes, crescimento relativo de raízes, o crescimento relativo da parte aérea, o índice de crescimento e o índice de vigor das plântulas de <i>V. radiata</i> e os parâmetros físico-químicos das águas residuais da indústria de tingimento têxtil também foram investigados usando o coeficiente de correlação de Pearson. A análise de componentes principais (PCA) é ajudada a obter e reconhecer os fatores/fontes responsáveis por diferentes concentrações de águas residuais da indústria de tingimento têxtil. Os resultados do PCA revelaram que quatro componentes (PC1 a PC4) do total de componentes principais retiveram PC1, PC2, com valores de 69,25% e 28,85%, respectivamente.
10	RUKSHAR	2022	Esse estudo realizou uma revisão sistemática sobre o tratamento de águas residuais por tecnologias emergentes de tratamento de águas residuais.	O autor obteve como resultado que os sólidos na água poluída são parcialmente extraídos e convertidos pelo método de decomposição em moléculas ou minerais simples. Os processos de tratamento primário e secundário



				removem a maior parte da DBO e do total de sólidos suspensos encontrados na água poluída. No entanto, esse método de tratamento está se tornando cada vez mais inadequado para proteger os cursos d'água receptores ou oferecer água utilizável para reciclagem comercial e doméstica. Os procedimentos de tratamento avançado têm uma classificação bastante alta em termos de dar uma resposta verdadeira para destruir coisas que são resistentes ao tratamento tradicional.
11	MAJHI <i>et al.</i>	2022	Este estudo verificou a eficiência do coletor solar de calha parabólica no tratamento dos efluentes moribundos em termos de cor e DQO. No entanto, outros parâmetros de águas residuais (BOD, nitrato e fosfato) também foram considerados para esta análise experimental. <sup>2</sup> ) e a vazão otimizada (1,95 L/M) foi detectada e considerada para um estudo mais aprofundado durante o presente experimento.	Os autores obtiveram como resultado que A concentração de cor apresentou uma redução significativa ( $\geq 76,4\%$ ) pelo tratamento com o reator solar projetado. Resultados significativos semelhantes também foram observados em termos de COD (79%). Neste contexto, o estudo experimental atual fornece ideias sobre a eficiência de descoloração e redução de COD com taxa de fluxo ideal em termos de custo-benefício com reator experimental projetado que pode ser usado e implementado posteriormente para fins científicos avançados.
12	YADAV <i>et al.</i>	2023	O estudo avaliou criticamente os efeitos tóxicos dos PMFs emergentes, a presença e fontes de PMFs no ambiente, identificação e técnicas analíticas, e o potencial impacto ou toxicidade dos PMFs no meio ambiente e na saúde humana.	Os autores obtiveram como resultado que no cenário atual, os microplásticos estão a emergir como os poluentes ambientais mais preocupantes e a chamar a atenção dos investigadores devido à sua ampla prevalência e impactos negativos em todos os domínios ambientais. Apesar de sua prevalência significativa em vários domínios ambientais, os FMPs são os microplásticos menos estudados. Sendo os têxteis a fonte mais dominante de fibras no ambiente aquático, a lavagem doméstica contribui significativamente com PMF no ambiente terrestre, e as estações de tratamento de águas residuais contribuem com PMF tanto para o solo como para os ecossistemas aquáticos.
13	HOSSAIN <i>et al.</i>	2023	O estudo investigou a presença de MPs em terras	Os autores obtiveram como resultado que o teor de MPs de



			agrícolas próximas a indústrias têxteis e amostras de lodo têxtil em Bangladesh. Trinta e duas amostras de solo de quatro terras agrícolas e cinco amostras de lodo foram coletadas e analisadas.	solo agrícola e amostras de lodo têxtil foi de $2,13 \times 10^4 \pm 0,13 \times 10^4$ MPs/kg e $2,92 \times 10^4 \pm 0,14 \times 10^4$ MPs/kg, respectivamente. MPs com tamanho entre 1,0 e 1,5 mm foram os menos frequentes em ambas as amostras de solo e lodo têxtil. As fibras foram mais prevalentes no lodo têxtil e os fragmentos nas amostras de solo. Além disso, a porcentagem de MPs transparentes/brancas foi maior nas amostras de solo, e aquelas classificadas como “multicoloridas” e “outras” foram mais frequentes nas amostras de lodo. Nove tipos de polímeros foram identificados nas amostras de solo: PS, EVA, látex, PEAD, PVC, ABS, CA, PEBD e PP. Com exceção do PEBD, todos esses polímeros também foram encontrados nas amostras de lodo têxtil, além de PU, nylon e FEP, totalizando onze tipos de polímeros.
--	--	--	---	---

A literatura revisada evidencia a complexidade e a abrangência dos impactos ambientais associados ao descarte inadequado de resíduos têxteis, tanto sobre a qualidade dos cursos d'água quanto sobre a contaminação e degradação dos solos.

Inicialmente, observa-se que boa parte dos estudos (Tusief *et al.*, 2019; Aleem *et al.*, 2020; Khadanker *et al.*, 2020; Da Costa *et al.*, 2021; Majhi *et al.*, 2022) se concentra no desenvolvimento e avaliação de tecnologias de tratamento de efluentes têxteis. Estes trabalhos reforçam que, embora tecnologias como sistemas FTWs bioaumentados, adsorventes de resíduos agroindustriais e reatores solares experimentais tenham apresentado eficiência significativa na redução de parâmetros críticos (cor, DQO, DBO, TDS, TSS), os estudos permanecem restritos, em sua maioria, ao escopo laboratorial ou em escala de bancada, não garantindo, portanto, solução integral para a mitigação do impacto real em corpos d'água naturais.

Em contrapartida, Chen *et al.* (2020) propõem uma abordagem conceitual para quantificar a pegada de alcalinização, ampliando o olhar sobre os efeitos indiretos do processo produtivo têxtil na alteração da qualidade da água – aspecto ainda pouco discutido em revisões de literatura tradicionais. Essa lacuna demonstra a



necessidade de mais estudos voltados a mecanismos de transporte, transformação e acúmulo de substâncias químicas ao longo da cadeia produtiva.

No que se refere aos impactos diretos sobre os cursos d'água, Zhou *et al.* (2020), Yadav *et al.* (2023) e Hossain *et al.* (2023) destacam a crescente preocupação com os microplásticos (principalmente fibras sintéticas). Estes poluentes emergentes reforçam a evidência de que, mesmo com sistemas de tratamento centralizados eficientes, o aporte de microfibras têxteis permanece elevado, contribuindo para a degradação físico-química dos ambientes aquáticos e a intensificação de riscos ecotoxicológicos.

Os estudos de Azanaw *et al.* (2022) e Rukshar (2022), por sua vez, expandem a discussão para uma abordagem mais sistêmica. Eles evidenciam que os métodos de tratamento convencionais não são mais suficientes para lidar com a complexidade dos poluentes oriundos do setor têxtil – apontando, portanto, a necessidade de práticas mais sustentáveis, integração de tecnologias emergentes e o fortalecimento de políticas públicas de controle.

Quanto ao solo, Hassan *et al.* (2022) e Kotharu *et al.* (2022) avançam na análise dos impactos do reuso de águas residuais e da disposição de efluentes no solo agrícola. Seus resultados alertam para a potencial degradação da qualidade do solo por acúmulo de metais pesados, aumento de salinidade e efeitos fitotóxicos que comprometem o rendimento de culturas agrícolas. Esses achados complementam a perspectiva da revisão ao evidenciar que os efeitos dos resíduos têxteis extrapolam os corpos d'água, atingindo diretamente a saúde do solo e, conseqüentemente, a segurança alimentar.

Por fim, Majhi *et al.* (2022) e os trabalhos de caráter mais geral (como Rukshar, 2022) ressaltam que as tecnologias alternativas podem contribuir para o avanço das práticas de tratamento, mas ainda enfrentam limitações de aplicação em larga escala, custos de implantação e ausência de regulamentação integrada, especialmente em países em desenvolvimento.

## Conclusões

A partir das análises sistemática e bibliométrica realizada neste artigo, conclui-se que os estudos realizados no que tange a mitigação dos impactos ambientais atrelados ao descarte inadequado dos resíduos têxteis são de grande



valia, uma vez que a adoção de abordagens e técnicas avançadas para a aplicação dentro de um contexto local, trazem a tona a responsabilidade social e ambiental necessárias de cada respectiva indústria poluidora, haja vista que as atividades por elas desenvolvidas, acarretam em consequências diretas e indiretas para as comunidades ao qual estão inseridas, fazendo-se necessário uma mudança no que consiste a gestão ambiental de cada organização, indo de encontro com as políticas ambientais em vigor, bem como as práticas e ações sustentáveis, a exemplo dos ODS'S (Objetivos do Desenvolvimento Sustentável), presentes na agenda 2030 organizada pela ONU.

Logo, os estudos de tratamento de efluentes têxteis desempenham um papel crucial na mitigação dos impactos ambientais decorrentes do descarte inadequado desses resíduos. Ao adotar abordagens técnicas avançadas para o tratamento desses efluentes, é possível remover substâncias poluentes, corantes e produtos químicos nocivos, evitando sua contaminação do solo e da água. Isso contribui para a preservação dos recursos naturais, a manutenção da qualidade dos ecossistemas aquáticos e terrestres, bem como a promoção da sustentabilidade na indústria têxtil. Em última análise, os estudos de tratamento de efluentes têxteis desempenham um papel fundamental na redução dos impactos negativos no meio ambiente, assegurando um equilíbrio entre a produção industrial e a conservação ambiental.

A revisão bibliométrica realizada também trouxe dados pertinentes as análises de efluentes no que tange seus respectivos níveis de poluição e posterior tratamento, bem como a correlação de autoria dos documentos encontrados. Tais análises, respaldam a importância da contínua pesquisa referente ao tratamento dos efluentes oriundos de descartes inadequados, haja vista de que a distribuição hídrica mundial não é proporcional, fazendo com que a crise hídrica possua uma magnitude maior em determinados países, nesse contexto, a busca por alternativas mitigadoras para serem aplicadas, ganham uma maior notoriedade e caráter de urgência.

## **Agradecimentos**

Os autores agradecem ao Grupo de Gestão Ambiental Avançada - GAMA da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e ao Centro Acadêmico do Agreste - Caruaru - PE, A Pró-reitoria de Pós-graduação (PROPG), a CAPES e a Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE), pelo incentivo das



pesquisas desenvolvidas pelos alunos no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECAM).

## Referências

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Sistema de Gestão Ambiental - Especificação e Diretrizes para Uso - NBR 12.208, 1996.

ALEEM, M. *et al.* Coagulation- and Adsorption-Based Environmental Impact Assessment and Textile Effluent Treatment. *Water, Air, and Soil Pollution*, v. 231, n. 2, 2020.

ARAÚJO, B. A. *et al.* **Processos oxidativos avançados aplicados no tratamento de efluentes da produção de membranas: revisão de literatura.** *Research, Society and Development*, v. 10, n. 4, p. e27210414253-e27210414253, 2021.

AZANAW, A. *et al.* Textile effluent treatment methods and eco-friendly resolution of textile wastewater. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, v. 6, 2022.

CAFÉ, L.; BRÄSCHER, M. Organização da informação e bibliometria. *Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação*, n. Esp, p. 54-75, 2008.

CALLEGARO, A. C. G. **Ensaio de toxicidade com organismos da fauna edáfica e sementes avaliando o diclofenaco sódico no solo.** 2021. Tese de Doutorado. [sn].

CAMPOS, L. G. C. **Questões ambientais relacionadas ao processo de produção na Indústria Têxtil.** 2018. Tese de Doutorado. Dissertação (Bacharelado em Química), Universidade Federal de São João del-Rei, São João del-Rei.

CARDOSO, L. M. **Água-fonte da vida.** Editora do Brasil, 2022.

CBHSF. **Moda e Água: a revolução é urgente e envolve sociedade, empresas e governos.** 2019. Disponível em:

<https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/novidades/moda-e-agua-a-revolucao-e-urgente-e-envolve-sociedade-empresas-e-governos/>. Acesso em: 20 ago. 2023.

CHAVES, N. O.; DE CARVALHO, L. C. F.; OLIVEIRA, R. M. P. B. As principais técnicas utilizadas para remoção de corantes das águas residuais da indústria têxtil: uma revisão. *Perspectivas da Ciência e Tecnologia* v. 14, 2022.

CHEN, F. *et al.* Assessing environmental impact of textile production with water alkalization footprint. *Science of the Total Environment*, v. 719, 2020.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resolução 001/1996. Brasília, 1996.

DA COSTA, G. S.; MARVULLI, M. V. N. Soluções alternativas para o tratamento, disposição ou reutilização de dejetos animais provenientes de atividade suinícola



no Brasil. *Anais Sintagro*, v. 11, n. 1, 2019.

DA COSTA, W. K. O. C. *et al.* Preparation of Activated Carbon from Sugarcane Bagasse and Removal of Color and Organic Matter from Real Textile Wastewater. *Water, Air, and Soil Pollution*, v. 232, n. 9, 2021.

DA SILVA, M. de F.; MENELAU, A. S.; RIBEIRO, A. R. Bezerra. Impactos ambientais registrados nos estudos das lavanderias têxteis do arranjo produtivo do agreste pernambucano: uma releitura pela perspectiva da sustentabilidade ambiental. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, v. 10, n. 3, p. 77-103, 2021.

FUNDAÇÃO ELLEN MACARTHUR. 2022. Disponível em: <https://ellenmacarthurfoundation.org/>. Acesso em: 20 jul. 2023.

FUSATI. **Gestão Otimizada da Água na Indústria Têxtil**. 2023. Disponível em: <https://www.fusati.com.br/gestao-otimizada-da-agua-na-industria-textil/>. Acesso em: 20 ago. 2023.

HAAG, A. B.; IBSCH, R. B. M. PRODUÇÃO DE CORANTES NATURAIS PARA A INDUSTRIA TEXTIL. *Revista da UNIFEBE*, v. 1, n. 27, 2022.

HASSAN, J. *et al.* Optimizing textile dyeing wastewater for tomato irrigation through physiochemical, plant nutrient uses and pollution load index of irrigated soil. *Scientific Reports*, v. 12, n. 1, 2022.

HOSSAIN, M. N. *et al.* Identification and quantification of microplastics in agricultural farmland soil and textile sludge in Bangladesh. *Science of the Total Environment*, v. 858, 2023.

KHANDAKER, N. R. *et al.* Treatment of textile wastewater using calcium hypochlorite oxidation followed by waste iron rust aided rapid filtration for color and COD removal for application in resources challenged Bangladesh. *Groundwater for Sustainable Development*, v. 10, 2020.

KOTHARI, R. *et al.* Impact of Pollutant Load from Textile Dyeing Industry Wastewater on Biometric Growth Profile of *Vigna radiata*. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, v. 109, n. 6, p. 969-976, 2022.

MAINARDI, P. H. Características físico-químicas, microbiológicas e ecotoxicológicas de efluentes têxteis e proposta de tratamento por coagulação/floculação. 2021.

MAJHI, P. K. *et al.* Impact of Flow Rate in Integration with Solar Radiation on Color and COD Removal in Dye Contaminated Textile Industry Wastewater: Optimization Study. *Energy Engineering: Journal of the Association of Energy Engineering*, v. 119, n. 1, p. 419-427, 2022.

MARQUES, C. F.; DA CONCEIÇÃO, V. M. **Alternativas tecnológicas de tratamento de efluentes têxteis: uma revisão bibliométrica**. *Revista Internacional de Ciências*, v. 12, n. 3, p. 194-212, 2022.



MARTINS, A. G. *et al.* Os impactos ambientais causados pela indústria têxtil. *Revista Interfaces*, v. 15, n. 10, 2023.

MIAO, L. *et al.* Sustainable reuse of nickel converter slag as a heterogeneous electro-fenton catalyst for treating textile dyeing wastewater: Activity, mechanism and stability assessment. *Journal of Cleaner Production*, v. 378, 2022.

NUNES, G. R. Geração e tratamento de efluentes da indústria têxtil. 2019.

QUEIROZ, M. T. A. *et al.* Reestruturação na forma do tratamento de efluentes têxteis: uma proposta embasada em fundamentos teóricos. *Gestão & Produção*, v. 26, p. e1149, 2019.

RAMOS, M. D. N. *et al.* Análise crítica das características de efluentes industriais do setor têxtil no Brasil. *Revista Virtual de Química*, v. 12, p. 913-929, 2020.

RIBEIRO, M. G. N. Impactos ambientais em corpos d'água da bacia do rio paciência. 2018.

ROCHA, S. A. **Água, elemento representativo da ecologia integral.** *Ecologia Integral* p. 85, 2021.

RUKSHAR, N. B. Wastewater treatment by emerging wastewater treatment technologies: A systematic review. *Bulgarian Chemical Communications*, v. 54, p. 78-83, 2022.

SOUZA, H. H. J. de. *Metodologia.* Prisma, 2023.

TASSI, F. G. **Metodologias para tratamento de efluentes têxteis: uma revisão.** 2022.

TORRES, L. M. *et al.* Poluição atmosférica em cidades brasileiras: uma breve revisão dos impactos na saúde pública e meio ambiente. *Naturae*, v. 2, n. 1, p. 23-33, 2020.

TUSIEF, M. Q. *et al.* Bioremediation of Textile Wastewater through Floating Treatment Wetland System. *International Journal of Agriculture and Biology*, v. 22, n. 4, p. 822-826, 2019.

VALENTIM, L. S. O. Contaminação do solo e dos mananciais no brasil: contextos e perspectivas. Rio de Janeiro, RJ, Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), 2020.

YADAV, S. *et al.* Recent analytical techniques, and potential eco-toxicological impacts of textile fibrous microplastics (FMPs) and associated contaminants: A review. *Chemosphere*, v. 326, 2023.

ZHOU, H.; ZHOU, L.; MA, K. Microfiber from textile dyeing and printing wastewater of a typical industrial park in China: Occurrence, removal and release. *Science of the Total Environment*, v. 739, 2020.