



Alternativas Tecnológicas de Tratamento de Efluentes Têxteis: uma Revisão Bibliométrica

Carine Ferreira Marques¹; Vinicius Masquetti da Conceição²

✉ vinicius.conceicao@fau.ufrj.br

1. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, UERJ, RJ - Brasil.
2. Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, RJ - Brasil.

Histórico do Artigo: O autor detém os direitos autorais deste artigo.

Recebido em: 03 de fevereiro de 2022 Aceito em: 29 de junho de 2022 Publicado em: 31 de agosto de 2022

Resumo: A indústria têxtil é responsável por diversos impactos ambientais, sendo a maior parcela de corantes sintéticos mundialmente fabricados destinada à produção têxtil. Somente 50 a 70% da quantidade aplicada de corantes se fixa nas fibras dos tecidos, configurando um importante problema de poluição e desperdício. Sendo assim, novos métodos para tratamento destas águas residuárias estão sendo desenvolvidos, tendo como foco uma remoção eficiente destes contaminantes. O desenvolvimento dessa revisão tem como objetivo ampliar a discussão e aprofundamento das alternativas tecnológicas para o tratamento de efluentes têxteis a partir de um levantamento bibliométrico, utilizando o *software VOSviewer*. A pesquisa revelou um destaque para os tratamentos a partir de adsorção, processos oxidativos avançados e biorremediação. Ademais, no que se refere aos países de origem das publicações, foi observado uma liderança da Índia, que está entre os maiores produtores têxteis mundial. Com isso, conclui-se que os resultados obtidos contribuem para uma visão abrangente e condizente no que concerne à temática.

Palavras-chave: Indústria têxtil, Revisão bibliométrica, VOSviewer, Tratamento de efluentes têxteis.

Alternative Treatment Technologies for Textile Effluents: a Bibliometric Review

Abstract: The textile industry causes several environmental impacts, and the largest portion of synthetic dyes manufactured worldwide is destined for textile production. Only 50 to 70% of the amount of dyes applied is fixed in the textile materials, configuring a major problem of pollution and waste. Thus, new methods for the treatment of these residuary waters are being developed, focusing on an efficient removal of dyes. The development of this work aims to broaden the discussion and deepen the technological alternatives for the treatment of textile effluents from a bibliometric survey, using the software VOSviewer. The research revealed an emphasis on treatments based on adsorption, advanced oxidative processes and bioremediation. Furthermore, with regard to the countries of origin of the publications, a leadership from India was observed, which is among the largest textile producers in the world. Consequently, it is concluded that the results obtained contribute to a comprehensive and consistent view regarding the theme.

Keywords: Textile industry, Bibliometric review, VOSviewer, Effluent treatment.

Alternativas de Tratamiento Tecnológico de Efluentes Textiles: una Revisión Bibliométrica

Resumen: La industria textil provoca varios impactos ambientales, y la mayor parte de los tintes sintéticos fabricados en el mundo se destina a la producción textil. Sólo entre el 50 y el 70% de la cantidad de los tintes aplicada se fija en las fibras de los tejidos, lo que constituye un gran problema de contaminación y residuos. Por ello, se están desarrollando nuevos métodos para el tratamiento de estas aguas residuales, que tienen como objetivo la eliminación eficaz de los colorantes. El desarrollo de este trabajo tiene como objetivo ampliar la discusión y la profundización de las alternativas tecnológicas para el tratamiento de efluentes textiles a partir de un relevamiento bibliométrico, utilizando el *software VOSviewer*. La investigación reveló un punto destacado para los tratamientos de adsorción, procesos oxidativos avanzados y biorremediación. Además, en cuanto a los países de origen de las publicaciones, se observó un liderazgo de la India, que se encuentra entre los mayores productores textiles mundiales. Así, se concluye que los resultados obtenidos contribuyen a una visión global y coherente del tema.

Palabras clave: Industria textil, Revisión bibliométrica, VOSviewer, Tratamiento de efluentes.

INTRODUÇÃO

A água é um elemento estratégico de larga importância econômica, social e ambiental, porém, de forma paradoxal, sofre cada vez mais com a degradação resultante do seu uso consultivo sem que haja seu retorno adequado ao meio ambiente. Sendo assim, no que se refere ao manejo da água dentro do conceito de seu uso múltiplo, o objetivo é viabilizar sua aplicação concomitante e integrada garantindo a sustentabilidade hídrica e minimização dos conflitos econômicos e socioambientais envolvidos (LUCKMANN, 2014).

A adoção da água como a commodity do século XXI traduz a importância deste bem natural na sociedade moderna não somente no que se refere à demanda biológica, mas também nas atividades econômicas (DINAR, 2012). Tendo isto em vista, é primordial que a economia desenvolva uma escala adequada que relacione os recursos naturais aos processos produtivos, pois a demanda da sociedade não pode ultrapassar o limite de suporte da biosfera de forma que a degradação ambiental seja definitiva e irreversível.

Com isso, a preocupação quanto à degradação ambiental e escassez dos recursos hídricos vem ganhando destaque nas últimas décadas em diversas nações, de forma a questionar conceitos tradicionais econômicos aplicados que não consideram os elementos da natureza nas decisões (BURSZTYN e BURSZTYN, 2012). Neste viés, diversas atividades econômicas vêm sendo alvo de discussões e críticas, tornando essencial que estas apliquem processos produtivos que garantam a preservação desse bem essencial a vida.

A indústria têxtil, é responsável por diversos impactos ambientais, desde a poluição atmosférica pela liberação de material particulado e poeira, óxidos de nitrogênio, enxofre e de

compostos orgânicos voláteis; desperdício de materiais compostos por sobras de tecidos e fios e das embalagens descartadas até a degradação dos corpos hídricos causado pelos altos volumes de efluentes lançados contendo principalmente uma alta carga de matéria orgânica não biodegradável e micro poluentes (MUTHU, 2017 *apud* LELLIS *et al.*, 2019; LELLIS *et al.*, 2019).

Definidos como compostos orgânicos sintéticos hidrossolúveis ou solúveis em óleo, os corantes sintéticos são substâncias insaturadas complexas que absorvem parte do espectro visível e emitem determinada cor, referente a fração de luz não absorvida (BENKHAYA; M'RABET; EL HARFI, 2020). Segundo Lewis (2014) a maior parcela de corantes sintéticos mundialmente fabricados é destinada às indústrias têxteis e somente 50 a 70% da quantidade aplicada se fixa nas fibras dos tecidos, configurando um importante problema de poluição e desperdício.

Os corantes naturais podem ser faturados a partir de plantas, insetos/animais e minerais e tendem a ser menos alergênicos e tóxicos em comparação aos sintéticos. Entretanto, por possuírem menor estabilidade, para a fixação de corantes naturais se faz necessária a aplicação de sais de metais, solventes orgânicos ou ácidos, agregando um potencial tóxico ao processo produtivo e ao efluente industrial gerado (NANO EACH, 2018). Os corantes sintéticos, por sua vez, são os mais utilizados pela indústria têxtil, que é considerada globalmente um dos setores mais poluentes (BHATIA, 2017 *apud* LELLIS *et al.*, 2019). Além do problema que envolve a dificuldade de remoção dos corantes de águas residuárias, uma outra ênfase é colocada sobre o uso de água potável em diversas etapas na cadeia produtiva, como para lavagem, branqueamento, tingimento, entre outros, invés da aplicação de água de reuso (HOSSAIN *et al.*, 2018).

Apesar do uso intensivo e extensivo de corantes sintéticos na indústria por muitos anos, há relativamente poucas informações sobre como efluentes têxteis impactam a qualidade da água e o ecossistema e, ainda que alguns autores apontem que a diluição amortiza os potenciais efeitos na natureza, outros afirmam que dependendo do tipo de corante e modo de uso, o seu lançamento pode contribuir significativamente para a geração de impactos ambientais mesmo em pequenas concentrações (GUARATINI; ZANONI, 2000).

A bibliometria é considerada um método de análise quantitativa que tem sido utilizada em pesquisas científicas e sua aplicação se dá principalmente porque viabiliza mensurar a contribuição e distribuição do conhecimento a partir das publicações em diversas áreas (SOARES *et al.*, 2016). O método consiste na contagem, seja de número de artigos, patentes ou citações, a depender do objetivo da pesquisa bibliométrica, extraindo tais informações de dados bibliométricos como autores, títulos, fonte, idioma, palavra-chave, classificação e citações (RAO,

1986; ZHU *et al.*, 1999). Sendo assim, tal metodologia permite representar as atuais tendências de pesquisas e identificar novas temáticas (SU; LEE, 2010).

O *VOSviewer*, por sua vez, é um software que permite a construção e visualização de redes bibliométricas através da correlação de dados como citações e ocorrência de termos (SEMELER, 2019). Sua principal função é oferecer uma visualização do cenário científico de forma que os objetos descritos são localizados conforme a semelhança entre si, sendo indicado sua frequência de ocorrência a partir do seu tamanho dentro da rede (PEIXE; PINTO, 2021).

Tendo isto em vista, novos métodos de tratamento de efluentes têxteis estão sendo desenvolvidos, focando principalmente na remoção eficiente de corantes. Com isso, o desenvolvimento desta pesquisa visa ampliar a discussão e aprofundamento no que se refere às alternativas tecnológicas potenciais para aplicação no tratamento de efluentes têxteis a partir de um levantamento bibliométrico, utilizando o *software VOSviewer*.

METODOLOGIA

Considerando o objetivo de realizar uma revisão bibliométrica das alternativas de tratamento para efluentes têxteis disponíveis na literatura, o banco de dados *Scopus* foi utilizado como motor de buscas através da palavra-chave: “*textile effluent treatment*”. Os critérios de inclusão estabeleceram o tipo de texto, idiomas e período temporal. Sendo assim, somente foram considerados trabalhos publicados como artigos científicos em português ou inglês entre os anos de 2012 a 2021.

À princípio, a palavra-chave utilizada gerou um total de 5.475 resultados de uma variedade de tipos, ou seja, artigos, resenhas e livros, não havendo também restrições quanto ao ano de publicação e idioma. Em seguida, as buscas foram refinadas considerando os critérios supracitados, resultando em um total de 1.979 publicações. Com isso, observamos que cerca de 44,5% dos resultados disponíveis na temática foram publicados nos últimos 10 anos, 83% estavam em língua portuguesa ou inglesa e aproximadamente 72,5% destes são trabalhos do tipo artigo científico, conforme indica a Figura 1.

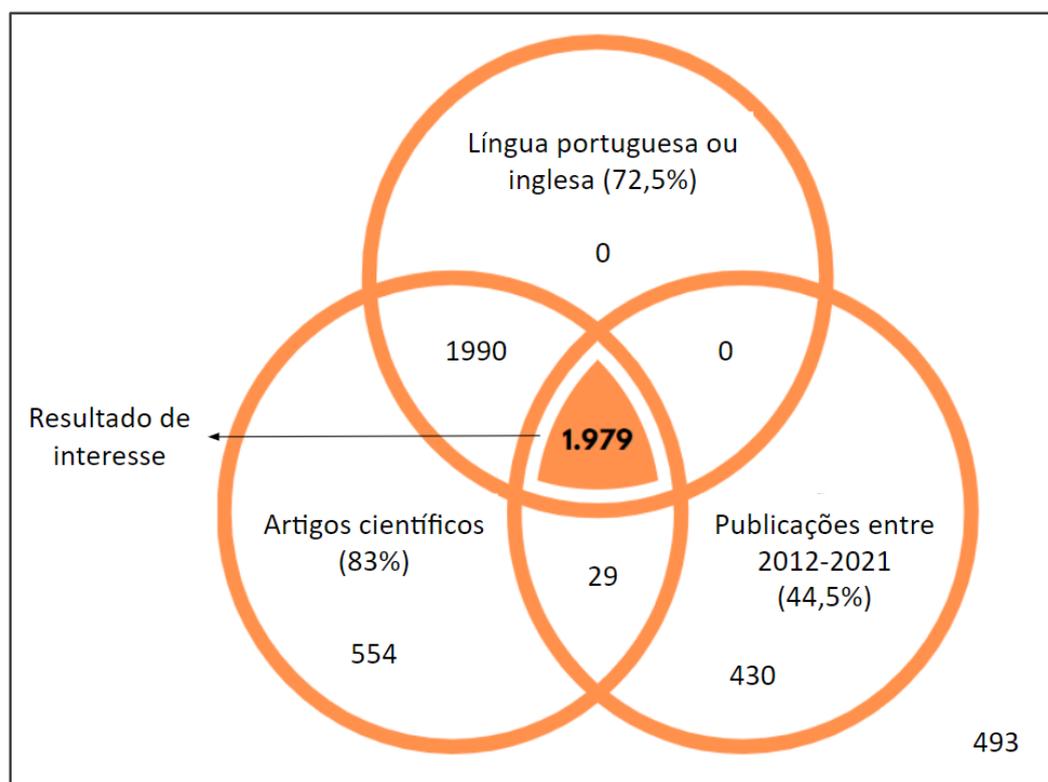


Figura 1. Diagrama com a distribuição dos resultados das pesquisas
Fonte: Os autores (2022).

Após a pesquisa/busca, os arquivos do gerenciador de referência no *Scopus* foram exportados do banco de dados em formato CSV e fornecidos como entrada para o *software VOSviewer*, que permite a criação de um mapa de rede com base na ocorrência de palavras-chave, distâncias, títulos, resumos, autores, co-autores e referências entre as publicações. No mapa produzido, cada termo é representado por um círculo e as ligações entre os termos são representadas por linhas cuja espessura indica a força da conexão.

Neste trabalho, o foco concentrou-se nas informações sobre as principais alternativas de tratamento de efluentes têxteis em estudo, autores, palavras-chaves e países das publicações. Sendo assim, foram verificadas as incidências de termos e as conexões existentes conforme a seguir:

Alternativas de tratamento de efluente têxtil

As principais alternativas estudadas para o tratamento de efluentes provenientes da indústria têxtil foram estimadas a partir da ocorrência de termos nos títulos. Desta forma, foram consideradas as palavras que apresentaram no mínimo 10 ocorrências entre os títulos dos artigos, dos quais foram contabilizados posteriormente, apenas aquelas que correspondem a um tipo de tratamento de efluente, dado o objetivo da análise. Para isso, o software VOSviewer

foi configurado para gerar mapas com base em dados de texto, sendo analisado apenas o campo “título” em cada documento, definindo-se o método de contagem completo. Deste modo, foram encontrados 105 termos pelo software, nos quais 23 destes estão diretamente relacionados a um tipo de tratamento. Os termos selecionados foram separados conforme a tecnologia de tratamento associada e foram exibidas em tabelas.

Autores

Para identificar os autores mais citados na temática de pesquisa, foram considerados os seguintes parâmetros: Primeiramente, foram analisados os documentos que apresentaram no máximo 10 autores, totalizando 6.595 autores que se encaixam nesta restrição. Em seguida, antes de gerar o mapa de rede, definiu-se que estes devem ter apresentado no mínimo 5 trabalhos publicados na temática e terem sido citados por pelo menos 20 vezes entre todos os 1.979 trabalhos analisados, sendo encontrados 105 autores que atenderam plenamente estas considerações.

Palavras-chaves

Para complementar a análise bibliométrica, também foi verificada a incidência de palavras-chave. Para isto, foram consideradas aquelas que apresentaram pelo menos 20 ocorrências dentre os artigos analisados.

Países de publicação

Por fim, para analisar os países de origem dos documentos e verificar as nações mais influentes em termos de publicação na temática desta pesquisa, foram considerados os países que publicaram no mínimo 10 artigos no período de 2012 a 2021 e que estes apresentaram no mínimo 10 ocorrências de citação em cada trabalho.

A Figura 2 sintetiza as etapas realizadas para a obtenção dos resultados.

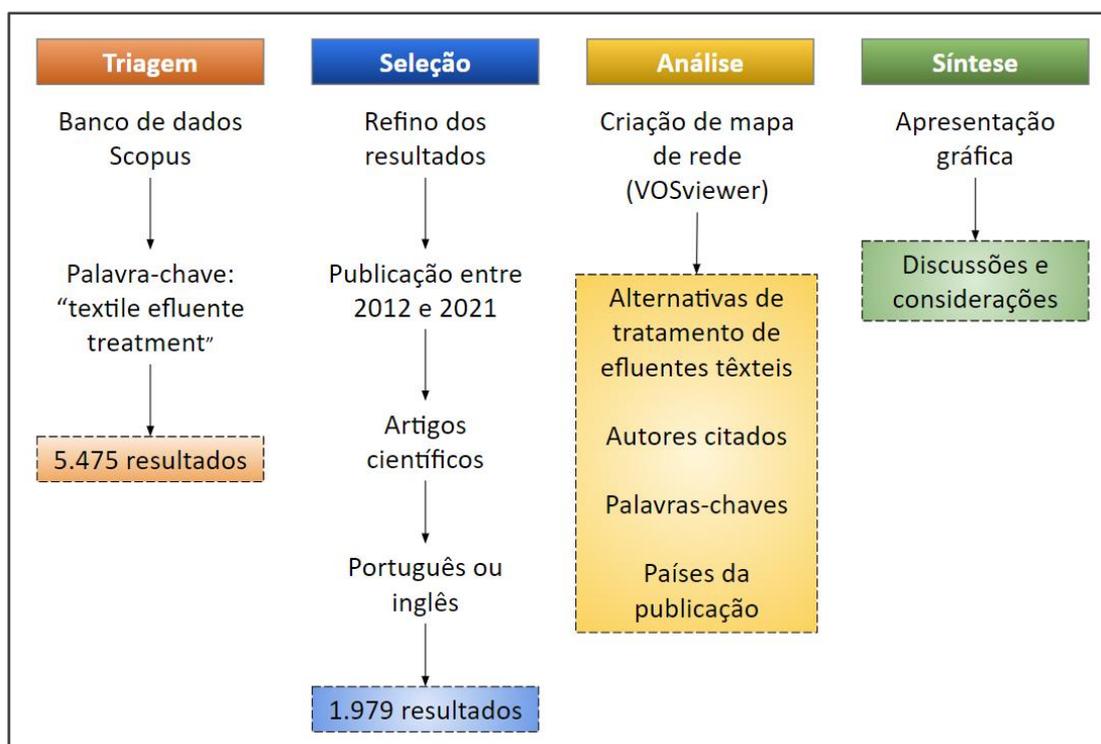


Figura 2. Fluxograma com as etapas da pesquisa
Fonte: Os autores (2022).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Alternativas de tratamento de efluente têxtil

Inicialmente, foi realizada uma análise para verificar as alternativas de tratamento de efluentes têxteis mais estudadas através de uma aproximação de ocorrência de termos nos títulos dos trabalhos, conforme definida na metodologia. A escolha deste método se dá pela limitação de analisar todos os 1.979 trabalhos manualmente em um período hábil. Sendo assim, a Figura 3 exibe o mapa de rede produzido pelo *VOSviewer* para a ocorrência de termos nos títulos e a Tabela 1 apresenta os 23 termos considerados nesta análise, tendo em vista os critérios aplicados.

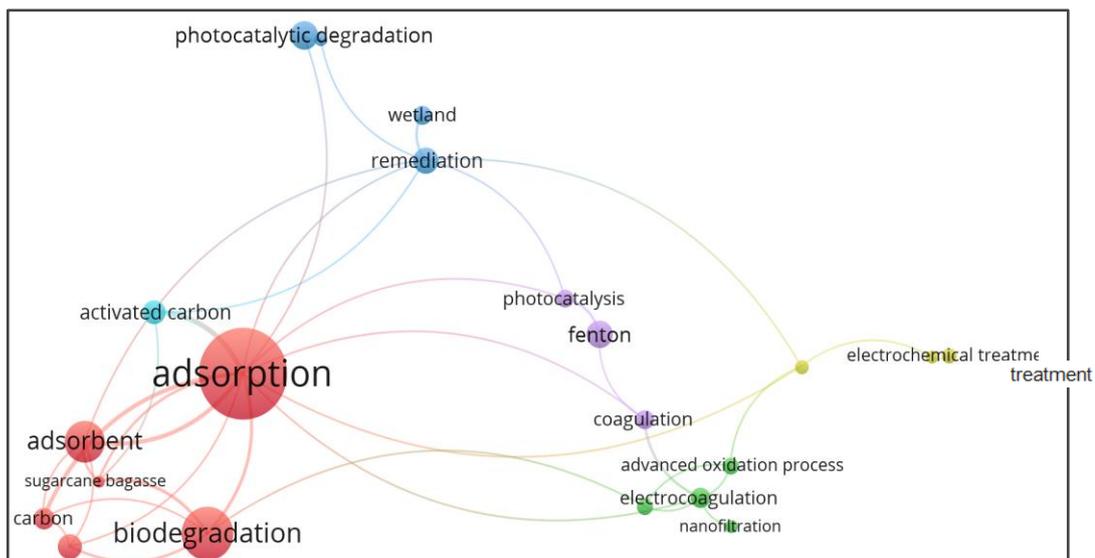


Figura 3. Mapa de rede VOSviewer para ocorrência de termos no título
 Fonte: Os autores (2022).

Tabela 1. Ocorrência de termos relacionados a um tipo de tratamento no título

Tipo de tratamento	Processo	Termo	Ocorrência	Total
Físico	Filtração	Nanofiltração	14	14
Físico-químico	Adsorção	Adsorção	98	217
		Adsorvente	45	
		Adsorvente de baixo custo	11	
		Carvão ativado	26	
		Carvão	24	
		Bagaço de cana-de-açúcar	13	
Biológico	Biorremediação	Biodegradação	58	144
		Biossorção	27	
		Biorremediação	22	
		<i>Wetland construído</i>	21	
		Tratamento biológico	16	
Químico	Coagulação	Eletrocoagulação	22	57
		Coagulação	21	
		Processo de eletrocoagulação	14	
	Processo oxidativo avançado (POA)	Degradação fotocatalítica	31	
		Feton	30	

	Ozonização	22	171
	Fotocatálise	20	
	Processo oxidativo avançado	19	
	Oxidação eletroquímica	18	
	Tratamento eletroquímico	17	
	Atividade fotocatalítica	14	

Fonte: Os autores (2022).

Através da Tabela 1, é possível observar uma maior participação de processos adsorptivos, oxidativos avançados (POA) e biorremediação. No que se refere à adsorção, é interessante observar a ocorrência de termos como “adsorventes de baixo custo” e “bagaço de cana-de-açúcar”. Sendo assim, é notório que há interesse no uso de materiais adsorventes alternativos, como cerâmicas (CONCEIÇÃO *et al.*, 2013), bagaço de cana-de-açúcar (CONCEIÇÃO; FREIRE, 2013), casca de vegetais (OLIVEIRA *et al.*, 2018), argilas (TOMASELLA, 2015) e outros resíduos. Com isso, os resultados obtidos nesta análise corroboram com o cenário atual da temática.

Destaca-se também que o uso de materiais alternativos, sejam resíduos agroindustriais ou outros, como da construção civil (CONCEIÇÃO; FREIRE, 2013), além de possibilitar um método de tratamento de efluente com menor custo, promove o aproveitamento duplamente benéfico destes materiais, visto que auxilia no gerenciamento de resíduos que são comumente descartados.

Os processos oxidativos avançados também se destacam dentre as alternativas de tratamento de efluentes têxteis e de acordo com Nogueira *et al.* (2007), POA podem ser definidos como técnicas que se baseiam na geração de espécies capazes de oxidar compostos orgânicos através de remoção de hidrogênio, que desencadeia uma série de reações de degradação oxidativa capaz de alcançar a mineralização completa do contaminante. Este processo, por sua vez, apesar de demandar um melhor controle de variáveis, apresenta como uma grande vantagem a destruição do contaminante e não apenas uma troca de fase, como ocorre em alguns tratamentos convencionais (DIAS *et al.*, 2018). Sendo assim este processo tem se tornado uma alternativa promissora para o tratamento de efluentes (TROVÓ *et al.*, 2009).

Por fim, temos como destaque a biorremediação, que tem como principais benefícios a aplicação em grande escala e custos relativamente baixos (BRITO *et al.*, 2004). Neste processo, microrganismos e/ou plantas agem na transformação de compostos através da utilização de componentes do efluente como nutrientes para obtenção de energia para o seu crescimento,

degradando-os. Dentre os microrganismos, os fungos têm se tornado um dos principais utilizados em métodos biológicos para tratamento de efluentes têxteis pois são capazes de degradar ou até mesmo acumular corantes e outras substâncias devido a diversidade de enzimas que estes podem sintetizar (CHANDA *et al.*, 2016). No caso de emprego de plantas como mecanismo de tratamento temos os *wetlands* construídos, que são sistemas que utilizam plantas aquáticas que agem na melhora da qualidade dos recursos hídricos ao promover a adsorção de poluentes. Ademais, através do desenvolvimento da biologia molecular e novas técnicas, a identificação de microrganismos e o entendimento sobre o seu funcionamento facilita a sua aplicação para diversas finalidades, inclusive para biorremediação em efluentes têxteis (LISBOA, 2017).

É importante pontuar que o *software* oferece a possibilidade de também verificar a ocorrência de termos no campo “resumo”. Entretanto, entende-se que nesta consideração, haveria uma maior contribuição de erros visto que a presença de determinadas palavras que estão relacionadas a uma alternativa de tratamento no resumo não é suficiente para inferir que o trabalho aborda o método em si.

Sendo assim, com o objetivo de reduzir os erros, a ocorrência dos termos somente foi verificada nos títulos dos trabalhos. Entretanto, apesar dos esforços, este método de análise apresenta imprecisões, sendo apenas considerada neste trabalho como uma forma de estimar indiretamente as tecnologias de tratamento mais empregadas e estudadas na aplicação de efluentes têxteis.

Autores

De forma a sintetizar os resultados para esta análise, a Tabela 2 apresenta os 10 autores mais citados na literatura conforme indicação do *software VOSviewer* no contexto de tratamento de efluente têxtil para as premissas consideradas na metodologia.

Tabela 2. Autores mais citados na revisão bibliométrica

Posição	Autor	Publicações	Conexões	Citações
1	Iqbal M.	19	141	997
2	Govindwar S. P.	23	434	886
3	Lima E. C.	11	35	792
4	Boaventura R. A. R.	13	52	504

Tabela 3. Artigos mais citados dentre os autores Iqbal M., Govindwar S. P. e Lima E. C.

Título (ano)		Citações
Autor: Iqbal M.		
1	Mango stone biocomposite preparation and application for crystal violet adsorption: A mechanistic study (2017).	164
2	Solar Red and Brittle Blue direct dyes adsorption onto Eucalyptus angophoroides bark: Equilibrium, kinetics and thermodynamic studies (2016).	140
3	Cytotoxicity and mutagenicity evaluation of gamma radiation and hydrogen peroxide treated textile effluents using bioassays (2015).	106
4	Efficient removal of dyes using carboxymethyl cellulose/alginate/polyvinyl alcohol/rice husk composite: Adsorption/desorption, kinetics and recycling studies (2020).	105
5	Chitosan beads immobilized manganese peroxidase catalytic potential for detoxification and decolorization of textile effluent (2016).	97
Autor: Govindwar S. P.		
1	Decolorization and detoxification of sulfonated azo dye C.I. Remazol Red and textile effluent by isolated Lysinibacillus sp. RGS (2013).	108
2	Development of a bioreactor for remediation of textile effluent and dye mixture: A plant-bacterial synergistic strategy (2013)	92
3	Decolorization of textile industry effluent containing disperse dye Scarlet RR by a newly developed bacterial-yeast consortium BL-GG (2012).	72
Autor: Lima E. C.		
1	Comparison of Spirulina platensis microalgae and commercial activated carbon as adsorbents for the removal of Reactive Red 120 dye from aqueous effluents (2012).	171
2	Comparison of Jatropha curcas shells in natural form and treated by non-thermal plasma as biosorbents for removal of Reactive Red 120 textile dye from aqueous solution (2013).	136
3	Adsorption of Reactive Blue 4 dye from water solutions by carbon nanotubes: Experiment and theory (2012).	124

4	Comparison of a homemade cocoa shell activated carbon with commercial activated carbon for the removal of reactive violet 5 dye from aqueous solutions (2014).	120
5	Application of Aqai Stalks as Biosorbents for the Removal of the Dye Procion Blue MX-R from Aqueous Solution (2012).	70

Fonte: Os autores (2022).

Iqbal M., conforme Tabela 3, é o autor mais citado e publica trabalhos com diversificada metodologia e abordagem. Considerando os seus cinco artigos mais citados, temos aqueles que abordam tratamento por adsorção (1, 2 e 4) e biorremediação para desintoxicação e descoloração do efluente têxtil (5) além da radiação gama para redução de citotoxicidade e mutagenicidade (3). Nota-se que suas principais publicações são as mais recentes dentre todos os seus trabalhos (entre 2015 a 2020), o que indica um potencial aprimoramento dos estudos realizados e maior notoriedade da temática.

Os trabalhos publicados por Govindwar S. P., por sua vez, se concentram principalmente em tratamento de efluentes têxtil visando a descoloração a partir de processos biológicos, tais como através de biorreatores e leveduras. Diferentemente do autor anterior, os trabalhos mais citados foram publicados há mais tempo, sendo observada uma média inferior a 20 citações para as publicações mais recentes, que foram no ano de 2018.

Por fim, temos o autor Lima E. C., que é o terceiro em número de citações. Foi constatado que todos os artigos incluídos nesta análise bibliométrica referente a este autor tem como foco o estudo da adsorção para remoção de corantes em efluentes têxtil. Dentre os adsorventes utilizados, foram observados o emprego de materiais comuns, como o carvão ativado comercial, assim como também de materiais alternativos, como carvão ativado a partir de casca de cacau e até mesmo microalgas.

É possível notar que, apesar das particularidades de cada autor, há uma predominância da adsorção em comparação aos demais métodos no tratamento de efluente têxtil. O carvão vegetal ativado é um adsorvente largamente aplicado na indústria e de ampla eficiência de remoção, entretanto, devido às perdas no processo e sua obtenção por queima de madeira, sua aplicação se torna onerosa e alvo de desaprovação (SILVA, 2020). Com isso, há diversas pesquisas, inclusive de autoria de Lima E. C., que tiveram o objetivo de comparar a eficiência de remoção de corantes em efluente a partir de adsorvente comercial e de materiais alternativos.

4	Paquistão	145	35.153	2.813
5	Estados Unidos	70	15.708	1.897
6	Espanha	76	16.776	1.517
7	Coreia do Sul	57	14.731	1.363
8	Turquia	88	19.176	1.185
9	Portugal	45	12.423	1.080
10	Malásia	66	14.544	1.015

Fonte: Os autores (2022).

Através desta análise é possível observar uma maior participação de publicações com origem em países em desenvolvimento ou subdesenvolvido, como é o caso do Paquistão. Tal fato potencialmente ocorre devido a maior urgência em desenvolver alternativas economicamente mais atrativas para o tratamento de efluentes têxteis. Além disso, é importante pontuar que China, Índia e Estados Unidos são os maiores produtores têxteis do mundo, ocupando o Brasil o 10º lugar, conforme dados disponíveis da UNIDO - *United Nations Industrial Development Organization* (2018). Desta forma, naturalmente ocorrerá um maior interesse científico em países em que a indústria têxtil seja mais atuante, conforme observado neste estudo.

CONCLUSÃO

A pesquisa revelou um destaque para os tratamentos a partir de adsorção, processos oxidativos avançados e biorremediação. Os resultados referentes aos principais autores também direcionam para este mesmo cenário, visto que os três mais citados debruçaram-se principalmente para os métodos adsorptivos e de biorremediação. Com base no mapa de rede do *VOSViewer* no que se refere aos países de origem das publicações, se observa uma liderança da Índia, que está entre os maiores produtores têxteis mundial.

Com isso, conclui-se que os resultados obtidos através desta pesquisa contribuem para uma visão abrangente e condizente no que concerne à temática de tratamento de efluentes têxteis. Cabe ressaltar que há diversas limitações de pesquisa, tais como a utilização somente da base de dados do *Scopus* e a simplificação do uso de termos nos títulos como um indicativo do processo de tratamento em questão em cada artigo. Nesse sentido, sugere-se a continuação

de tais pesquisas de forma a aprofundar a análise dos trabalhos selecionados, tais como através de uma análise sistemática, além da incorporação de outras bases de dados.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro – FAPERJ (Proc. E-26/200.737/2020) por viabilizar o desenvolvimento de estudos científicos por meio da bolsa concedida, à UERJ (Universidade do Estado do Rio de Janeiro), por abrir horizontes e possibilidades e ao Professor Vinicius Masquetti da Conceição (DTC/FAU/UFRJ), por toda orientação e dedicação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENKHAYA, S.; M'RABET, S.; EL HARFI, A. (2020). Classifications, properties, recent synthesis and applications of azo dyes. **Heliyon**, 6(1), e03271.

BRITO, N. N.; ZAMORA, P. P.; NETO, A. L. O. N.; BATTISTI, A.; PATERNIANI, J. E. S.; PALEGRINI, R. T. Utilização de fungos na remediação de efluentes industriais. **IV Fórum de Estudos Contábeis**, 2004.

BURSZTYN, M.A.; BURSZTYN, M. Fundamentos de política e gestão ambiental: caminhos para a sustentabilidade. **Editora Garamond**, 2012.

CHANDA A, GUMMADIDALA P.M., GOMAA O.M. (2016) Mycoremediation with mycotoxin producers: a critical perspective. **Appl Microbiol Biotechnol** 100:17-29.

CONCEIÇÃO, V.M., FREIRE, F.B. Descoloração de efluente têxtil sintético em reator UASB seguido de adsorção em bagaço de cana-de-açúcar. **Revista Tecnológica**, v. 22, n. 1, p. 109-122, 2013.

CONCEIÇÃO, V; FREIRE, F.B ; CARVALHO, K.Q. Treatment of textile effluent containing indigo blue dye by a UASB reactor coupled with pottery clay adsorption. **Acta Scientiarum Technology**, v. 35, p. 53-58, 2013.

DIAS, F.F.S. et al. Tratamento de efluente têxtil através de processo oxidativo avançado (H₂O₂/TiO₂/UV). **Revista Geama**, p. 4-9, 2018.

DINAR, A. (2012). Economy-wide implications of direct and indirect policy interventions in the water sector: Lessons from recent work and future research needs. **World Bank Policy Research Working Paper**, (6068).

GOVINDWAR, S. P. et al. Decolorization and detoxification of sulfonated azo dye CI Remazol Red and textile effluent by isolated *Lysinibacillus* sp. RGS. **Journal of bioscience and bioengineering**, v. 115, n. 6, p. 658-667, 2013.

GOVINDWAR, S. P. et al. Development of a bioreactor for remediation of textile effluent and dye mixture: a plant-bacterial synergistic strategy. **Water research**, v. 47, n. 3, p. 1035-1048, 2013.

GOVINDWAR, S. P. et al. Decolorization of textile industry effluent containing disperse dye Scarlet RR by a newly developed bacterial-yeast consortium BL-GG. **Chemical Engineering Journal**, v. 184, p. 33-41, 2012.

GUARATINI, C. CI; ZANONI, M. V. B. Textile dyes. **Química Nova**. 2000.

HOSSAIN, M. S. et al. A. Reuse of textile mill ETP sludge in environmental friendly bricks---effect of gamma radiation. **Radiation Physics and Chemistry**. 2018.



IQBAL, M. et al. Mango stone biocomposite preparation and application for crystal violet adsorption: a mechanistic study. **Microporous and Mesoporous Materials**, v. 239, p. 180-189, 2017.

IQBAL, M. et al. Solar Red and Brittle Blue direct dyes adsorption onto Eucalyptus angophoroides bark: Equilibrium, kinetics and thermodynamic studies. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 4, n. 2, p. 2431-2439, 2016.

IQBAL, M.; NISAR, J. Cytotoxicity and mutagenicity evaluation of gamma radiation and hydrogen peroxide treated textile effluents using bioassays. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v. 3, n. 3, p. 1912-1917, 2015.

IQBAL, M. et al. Efficient removal of dyes using carboxymethyl cellulose/alginate/polyvinyl alcohol/rice husk composite: Adsorption/desorption, kinetics and recycling studies. **International journal of biological macromolecules**, v. 150, p. 861-870, 2020.

IQBAL, M. et al. Chitosan beads immobilized manganese peroxidase catalytic potential for detoxification and decolorization of textile effluent. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 89, p. 181-189, 2016.

LELLIS, B. et al. Effects of textile dyes on health and the environment and bioremediation potential of living organisms. **Biotechnology Research and Innovation**. 2019.

LEWIS, D. M. Developments in the chemistry of reactive dyes and their application processes. **Coloration Technology**, 130(6), 382-412, 2014.

LIMA, E. C. et al. Comparison of Spirulina platensis microalgae and commercial activated carbon as adsorbents for the removal of Reactive Red 120 dye from aqueous effluents. **Journal of hazardous materials**, v. 241, p. 146-153, 2012.

LIMA, E. C. et al. Comparison of Jatropha curcas shells in natural form and treated by non-thermal plasma as biosorbents for removal of Reactive Red 120 textile dye from aqueous solution. **Industrial Crops and Products**, v. 46, p. 328-340, 2013.

LIMA, E. C. et al. Adsorption of Reactive Blue 4 dye from water solutions by carbon nanotubes: experiment and theory. **Physical Chemistry Chemical Physics**, v. 14, n. 31, p. III39-III53, 2012.

LIMA, E. C. et al. Comparison of a homemade cocoa shell activated carbon with commercial activated carbon for the removal of reactive violet 5 dye from aqueous solutions. **Chemical Engineering Journal**, v. 248, p. 315-326, 2014.

LIMA, E. C. et al. Application of aqai stalks as biosorbents for the removal of the dye Procion Blue MX-R from aqueous solution. **Separation Science and Technology**, v. 47, n. 3, p. 513-526, 2012.

LISBOA, D. C. V. S. **Biorremediação de efluentes de lavanderias têxteis por espécies de Trichoderma da Micoteca URM produtoras de enzimas oxidativas**. 2017.

LUCKMANN, J. et al. An integrated economic model of multiple types and uses of water. **Water Resources Research**, v. 50, n. 5, p. 3875-3892, 2014.

MENDES JUNIOR, Biagio de Oliveira. Setor Têxtil - Produção, comércio internacional e perspectivas para Brasil, Nordeste e Ceará e Pernambuco em 2021. 2021.

NANOEACH (USP). Nanotecnologia e indústria têxtil: tingimento com corantes naturais (2018). Disponível em: <http://www.each.usp.br/nanoeach/?p=1418>. Acesso em: 02 de jun. 2022.

NOGUEIRA, R. F. B. et al. Fundamentos e aplicações ambientais dos processos Fenton e foto - Fenton. **Química nova**, v. 30, n.2, p. 400-408, 2007.

OLIVEIRA, F. M. et al. Avaliação de processo adsorptivo utilizando mesocarpo de coco verde para remoção do corante azul de metileno. **Matéria** (Rio de Janeiro), v. 23, n. 4, 2018.

PEIXE, Adriana Maria Miguel; DE PAULA PINTO, José Simão. Infometria nas Bases Web of Science e Scopus: Governança Corporativa, Informação e Tecnologia da Informação; Precificação de Ações e Riscos de Mercado. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, p. e56110515433-e56110515433, 2021.



SEMELER, Alexandre Ribas. Visualização de redes bibliométricas. Disponível em: http://igeo.ufrgs.br/biblioteca/treinamentos/aulasensoriamento_17_06_19.pdf. Acesso em: 26 de maio de 2022.

SOARES, Patrícia Bourguignon et al. Análise bibliométrica da produção científica brasileira sobre Tecnologia de Construção e Edificações na base de dados Web of Science. *Ambiente Construído*, v. 16, p. 175-185, 2016.

SILVA, J.S. et al. Produção de carvão ativado da casca do babaçu e sua eficiência no tratamento de água para o consumo humano. In: *Engenharia Florestal: Desafios, Limites e Potencialidade*, 654-85. Editora Científica Digital, 2020.

SU, H.; LEE, P. Mapping Knowledge Structure by Keyword Co-Occurrence: a first look at journal papers in technology foresight. *Scientometrics*, v. 85, n. 1, p.65-79, jun. 2010.

TOMASELLA, R. C. et al. Avaliação do potencial de compostos naturais (argila, turfa e carvão) na remoção de chumbo e toxicidade de um efluente industrial. ***Engenharia Sanitária e Ambiental***, v. 20, p. 251-258, 2015.

TROVÓ, A. G. et al. Degradation of sulfamethoxazole in water by solar photo - Fenton. Chemical and toxicological evaluation. ***Water research***, v. 43, p. 3922-3931, 2009.

RAO, I. K. *Métodos Quantitativos em Biblioteconomia e em Ciência da Informação*. Brasília: ABDF, 1986.

ZHU, D. et al. A Process For Mining Science & Technology Documents Data base Illustrate for the Case of Knowledge Discovery and Data Mining. ***Ciência da Informação***, v. 28, n. 1, jan. 1999.