

LACUNAS E OPORTUNIDADES DE PESQUISA CIENTÍFICA SOBRE TECIDOS TECNOLÓGICOS: UM ESTUDO INTRODUTÓRIO

GAPS AND OPPORTUNITIES FOR SCIENTIFIC RESEARCH ON TECHNOLOGICAL FABRICS: AN INTRODUCTORY STUDY

Regina Aparecida Borges Silva^{1*}

Angela Maria Kuasne^{2*}

Resumo: O objetivo principal desta pesquisa é o de construir conhecimento buscando por artigos publicados em revistas científicas, que abordam estudos sobre tecidos planos tecnológicos para o desenvolvimento de uma análise bibliométrica e uma análise exploratória para identificar lacunas e oportunidades de pesquisa científica neste tema. O procedimento metodológico utilizado para a seleção de um portfólio bibliográfico foi uma adaptação da metodologia de construção do conhecimento estruturada ProKnow-C, seguida de uma análise bibliométrica e uma análise exploratória do referido portfólio. Um total de 6 artigos compuseram o portfólio bibliográfico final, e dentre as principais conclusões destacam-se que nenhum artigo com foco no desenvolvimento de têxteis inteligentes, continha o tecido plano como base, temas relacionados à saúde podem se configurar em excelentes oportunidades de pesquisa, baixa quantidade de pesquisas com foco no desenvolvimento de têxteis inteligentes realizados tanto na Europa, quanto nas Américas e destaques referentes às oportunidades de pesquisa com uso de tecnologias antimicrobianas e hidrofóbicas.

Palavras-Chave: Tecidos tecnológicos; Têxteis inteligentes; Nanotecnologia.

Abstract: The main objective of this research is to build knowledge by searching for articles published in scientific journals, which address studies on technological plain weave fabrics for the development of a bibliometric analysis and an exploratory analysis to identify gaps and opportunities for scientific research on this topic. The methodological procedure used for the selection of a bibliographic portfolio was an adaptation of the ProKnow-C structured knowledge construction methodology, followed by a bibliometric analysis and an exploratory analysis of that portfolio. A total of 6 articles made up the final bibliographic portfolio, and among the main conclusions it is highlighted that no article focused on the development of smart textiles, contained the flat fabric as a basis, health-related topics can be configured in excellent research opportunities, low amount of research focused on the development of smart textiles carried out both in Europe and in the Americas and highlights regarding research opportunities using antimicrobial and hydrophobic technologies.

Key Words: Technological fabrics; Smart textiles; Nanotechnology.

¹ Técnica em Têxtil, Malharia e confecção pelo Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC). Acadêmica do Superior em Tecnologia de Design de Moda pelo Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC). Araranguá, Santa Catarina, Brasil. Email: re.borge@outlook.com

² Mestre em Educação pela Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC - SC). Professora do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC), Araranguá, Santa Catarina, Brasil. E-mail: angelam@ifsc.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Alguns tipos de tecidos são considerados especiais pelo fato de entregarem resultados diferenciados dos habituais. Eles podem superar uma expectativa ou atender a alguma necessidade específica do usuário, possuindo denominações diversas que comumente lhes atribuem o mesmo significado. Dentre as principais denominações destes tecidos especiais podemos encontrar: tecidos/têxteis tecnológicos, com nanotecnologia ou inteligentes, dentre outros, sendo o termo “têxteis inteligentes” (smart textiles) o mais utilizado pela comunidade acadêmica internacional conforme observado na literatura específica sobre o tema.

Na indústria têxtil, atualmente, pode-se encontrar tecidos, fios ou fibras que podem conferir inovações ao vestuário, nas formas de alto desempenho, características físicas específicas ou até mesmo características tecnológicas. Estas inovações, entretanto, são ainda muito incomuns ao usuário final, podendo estar em estágio de desenvolvimento inicial ou avançado em laboratórios de pesquisa acadêmicos, ou de indústrias da área.

Desbravar o campo da inovação na área têxtil para alcançar soluções tecnológicas úteis e atrativas ao usuário, pode tornar-se uma busca sem limites para diversos pesquisadores ao redor do mundo. No que se refere a estes tipos especiais de tecidos, por utilizarem tecnologias muito recentes em sua grande maioria, é essencial que antes de tudo haja buscas específicas e sistematizadas para se tomar conhecimento do que já foi desenvolvido nesta área ou ainda sobre a existência de estudos específicos em desenvolvimento.

Nesta perspectiva definiu-se o objetivo principal desta pesquisa que consiste em construir conhecimento buscando por artigos publicados em revistas científicas, com estudos sobre tecidos planos tecnológicos para o desenvolvimento de uma análise bibliométrica e uma análise exploratória para identificar lacunas e oportunidades de pesquisa científica neste tema.

O presente trabalho torna-se, portanto, relevante por tratar-se do ponto inicial e fundamental para pesquisadores que pretendem se engajar em estudos na área, pretendendo através das análises dos resultados da pesquisa, construir conhecimento sobre o tema, elencando o que de fato está sendo pesquisado especificamente sobre tecidos planos tecnológicos, bem como, destacar as lacunas e oportunidades de pesquisa científica na referida área.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Desde os primórdios da humanidade, uma das principais preocupações do homem consistiu em proteger o corpo das adversidades do ambiente externo, conforme explica Yilmaz (2018, p. 21), afirmando que “originalmente, os artigos têxteis e do vestuário referem-se a artigos que possam atender as necessidades de proteção do corpo humano do frio, calor e sol”.

Simultaneamente ao processo evolutivo social e econômico da humanidade ao longo dos anos, o vestuário passou a suprir não apenas as necessidades básicas de proteção do corpo, mas também assumiu uma função estética e de identidade dos indivíduos. Neste viés, o vestuário tornou-se um dos principais impulsionadores para as pessoas na escolha e forma de uso de roupas e têxteis, e o desenvolvimento ininterrupto da tecnologia proporcionou o uso de materiais cada vez mais sofisticados e com as mais variadas funcionalidades (YILMAZ, 2018).

Cabe aqui ressaltar, somos constantemente bombardeados com informações que ilustram os benefícios, as utilidades e o futuro promissor das inovações tecnológicas em nosso cotidiano. Mais especificamente sobre o tema desta pesquisa, Pereira (2014, p. 37), argumenta que "graças à nanotecnologia, a indústria têxtil poderá alcançar patamares que anteriormente pareciam impossíveis ou inatingíveis de forma mais eficiente". O autor ainda enfatiza que “as propriedades únicas, novas e diferenciadas dos nanomateriais têm atraído à atenção não só de cientistas e centros de pesquisa, mas também das empresas, devido ao seu enorme potencial econômico” (PEREIRA, 2014, p. 07).

A tecnologia, portanto, vem revolucionando o mundo da indústria têxtil e os tecidos tecnológicos surgem cada vez mais numerosos no mercado para oferecer os mais variados benefícios aos consumidores. Dessa forma, quanto maior o avanço da tecnologia, maiores as possibilidades que as inovações podem nos proporcionar.

Para Pereira (2014), recentemente, a indústria têxtil, vem realizando grandes descobertas a partir da nanoescala. É o que observa também Smith (2010, p. 07) ao afirmar que “a versatilidade dos processos de revestimento e laminação permite processos criativos de solução de problemas”, tudo isso a partir da nanotecnologia.

Nesta perspectiva, o que anteriormente se apresentava somente em filmes de ficção, passa a fazer parte da nossa realidade, tornando os tecidos inteligentes/tecnológicos em um diferencial bem atrativo aos consumidores.

Embora têxteis inteligentes e roupas inteligentes tenham sido adicionados ao vocabulário têxtil apenas recentemente, devemos admitir que a indústria já se concentra há vários anos no aprimoramento das propriedades funcionais dos têxteis. Novas fibras químicas foram inventadas. Ao fixar membranas em substratos têxteis, os tecidos tornaram-se respiráveis e, ao mesmo tempo, impermeáveis. A tecnologia de tecelagem tridimensional abriu caminho para novos e excitantes desenvolvimentos técnicos têxteis (MATTILA, 2006, p. 01).

Neste ponto, cabe ressaltar que atualmente existe uma imensa variedade de têxteis já desenvolvidos ou em desenvolvimento considerados inteligentes. Por este motivo, as definições de têxteis inteligentes apresentadas na literatura são também variadas e muitas vezes assumem a definição de uma linha específica de atuação do autor, dificultando um consenso conforme pode-se observar a seguir.

De acordo com Yilmaz (2018), têxteis podem ser definidos como inteligentes se utilizam etapas de tratamentos na produção da fiação, tecelagem, costuras, bordados, tricô, trançados, produção de tecidos não tecido e revestimentos laminares. Nesta definição o autor restringe os têxteis inteligentes em materiais que recebem alguma categoria de tratamento especial antes de formar um produto do vestuário.

Ul-Islam e Butola (2018) acreditam que têxteis inteligentes são aqueles que podem ser aplicados em diferentes setores, como vestuário, farmacêutico, medicina, engenharia, agricultura e indústrias alimentícias. Os autores destacam que os requisitos mais importantes aos têxteis consistem em apresentar algumas características inteligentes e obter propriedades específicas que possam trazer efeitos diversos, tais como, antimicrobianos, proteção UV, retardamento de chamas, características de repelência a manchas e água, entre outros (UL-ISLAM; BUTOLA, 2018). Na perspectiva dos autores, têxteis inteligentes abrangem não apenas materiais que recebem tratamento diferenciado conforme pode-se observar com a menção dos tratamentos antimicrobianos, etc., mas também aqueles com aplicações em áreas que não o vestuário, como, por exemplo, a medicina e a agricultura, onde comumente assumem estruturas diferenciadas, mas sem mencionar exemplos.

Algumas definições apresentam-se em formato mais abrangente conforme pode-se observar em Smith (2010), em sua afirmação de que basta que as propriedades do material façam algo único para qualificá-lo como inteligente, e em Coutinho (2018, p. 19), que explica que “um material tem comportamento inteligente quando recebe determinado estímulo do ambiente, por meio do qual, promove uma resposta comumente reversível, reprodutível e útil”.

O estudo sobre o desenvolvimento de tecidos tecnológicos e seus comportamentos, demonstra que estes consistem em grandes aliados para o setor da indústria têxtil, principalmente por seu desempenho. Dentre os têxteis inteligentes mais recorrentes na literatura específica sobre o tema apresentam-se os têxteis com tratamentos de nanotecnologia.

De acordo com Yilmaz (2018), a nanotecnologia agrega grandes melhorias nas características das fibras, fios e tecidos, pois através dela recebem funcionalidades inteligentes por meio da aplicação de componentes nanométricos. Estas funcionalidades se traduzem em um diferencial competitivo, pois podem fornecer propriedades que suprem várias necessidades, como atividade antibacteriana e proteção UV, conforme já mencionado anteriormente, bem como, propriedades anti odor, autolimpeza e resistência à formação de vincos (UL-ISLAM; BUTOLA, 2018).

A respeito do destaque na apresentação dos tratamentos com nanotecnologia em têxteis observado na literatura específica, Yilmaz (2018) corrobora que “a nanotecnologia mostra-se promissora para uso em um número crescente de aplicações em diferentes áreas, como têxteis e vestuário, no sentido de conferir propriedades e desempenho aprimorados”.

Apesar de incipiente ainda, outras inovações para além da nanotecnologia, já se encontram apresentadas na literatura específica sobre o desenvolvimento de têxteis em inteligentes conforme apresenta Mattila (2006, p. 01):

Novas fibras químicas foram inventadas. Ao fixar membranas em substratos têxteis, os tecidos tornaram-se respiráveis e, ao mesmo tempo, impermeáveis. A tecnologia de tecelagem tridimensional abriu caminho para novos e excitantes desenvolvimentos técnicos têxteis. [...] A tecnologia vestível, a abordagem baseada em eletrônicos, começou a adicionar recursos totalmente novos às roupas, anexando vários tipos de dispositivos eletrônicos às roupas. Os resultados, no entanto, eram muitas vezes volumosos, não muito fáceis de usar e muitas vezes muito impraticáveis. A roupa estava realmente cheia de cabos que se cruzavam por toda parte, baterias nos bolsos e dispositivos eletrônicos rígidos saindo da superfície. A peça de roupa tornou-se uma plataforma de suporte para eletrônicos e dificilmente era usável no sentido de conforto da roupa (MATTILA, 2006, p. 01).

Sobre o desafio de desenvolver tecnologia vestível, o autor destaca que o objetivo atual consiste em incorporar eletrônicos diretamente em substratos têxteis, pois assim uma peça de roupa pode permanecer visivelmente inalterada e no final do dia o consumidor ainda pode lavá-la na máquina de lavar sem antes retirar todos os eletrônicos (MATTILA, 2006, p. 01).

Por fim, sobre o desenvolvimento de têxteis inteligentes, deve-se considerar o seu custo de investimento e o tempo de retorno. Assim como ressalta Pereira (2014) ao afirmar que a questão do custo benefício muitas vezes justifica o fato de as empresas não usarem essa inovação pela demora do retorno do seu investimento.

3. METODOLOGIA

O percurso metodológico aqui definido no intuito de alcançar o objetivo da presente pesquisa, que consiste na construção de conhecimento através da busca de artigos que contenham estudos sobre tecidos planos tecnológicos e publicados em revistas científicas, prosseguindo para o desenvolvimento de uma análise bibliométrica e uma análise exploratória do conteúdo, para identificar lacunas e oportunidades de pesquisa científica neste tema, foi dividido em três etapas.

A primeira etapa consistiu na tomada de decisão pela utilização de uma adaptação das etapas 1 e 2 do processo ProKnow-C que se constitui em uma “metodologia de construção do conhecimento estruturada em quatro etapas: 1) seleção do portfólio bibliográfico que proporcionará a revisão de literatura; 2) análise bibliométrica do portfólio bibliográfico; 3) análise sistêmica do portfólio bibliográfico; 4) elaboração dos objetivos de pesquisa” (AFONSO *et al.*, 2011, p. 50). Após a realização da análise bibliométrica decidiu-se prosseguir o estudo com a realização de uma análise exploratória, para tornar possível o entendimento específico da literatura em estudo, e assim identificar os assuntos mais pesquisados no tema, bem como, lacunas de pesquisa no campo de conhecimento mais recente sobre tecidos planos tecnológicos.

A segunda etapa consistiu na tomada de decisão sobre a plataforma de busca dos artigos científicos para a realização da pesquisa, optando-se pelo Portal de Periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). No Portal de Periódicos da CAPES, optou-se pela busca por “base” por se tratar da opção que reúne os periódicos por área de conhecimento, selecionando-se a área de “Engenharia”, seguida pela opção da subárea “Engenharia Química”, cuja especialidade têxtil encontra-se inserida, o que gerou uma lista de bases com publicações sobre esta especialidade onde o tema desta pesquisa encontra-se inserida.

Ainda na segunda etapa, foram eliminadas as bases de dados que eram exclusivas para patentes e livros, bem como, bases de dados que não concedem

acesso aos textos das publicações na íntegra. Após a análise das bases de dados sob os critérios anteriormente mencionados foram pré-selecionadas as seguintes bases: SCIELO, Academic Search Premier - ASP (EBSCO); Gale - Academic OneFile; Wiley Online Library e SCOPUS (Elsevier). Devido ao tempo disponível para a realização desta pesquisa, qual seja, o período de um semestre, referente à realização da unidade curricular do Trabalho de Conclusão de Curso, optou-se ainda por delimitar o número de bases utilizadas para apenas uma. Para esta tomada de decisão, testes foram realizados nestas bases para verificar a facilidade de inserção dos termos de busca. Foram definidos ainda, algumas delimitações para adequar a metodologia aos objetivos desta pesquisa, quais sejam: delimitação referente à língua das publicações (na língua inglesa por serem em maior quantidade), delimitação das datas das publicações (a partir de 2016), assim como, delimitação dos tipos das publicações (artigos em revistas científicas). Após os testes, optou-se pela base Scopus (Elsevier) por atender em sua totalidade os requisitos das delimitações elencadas.

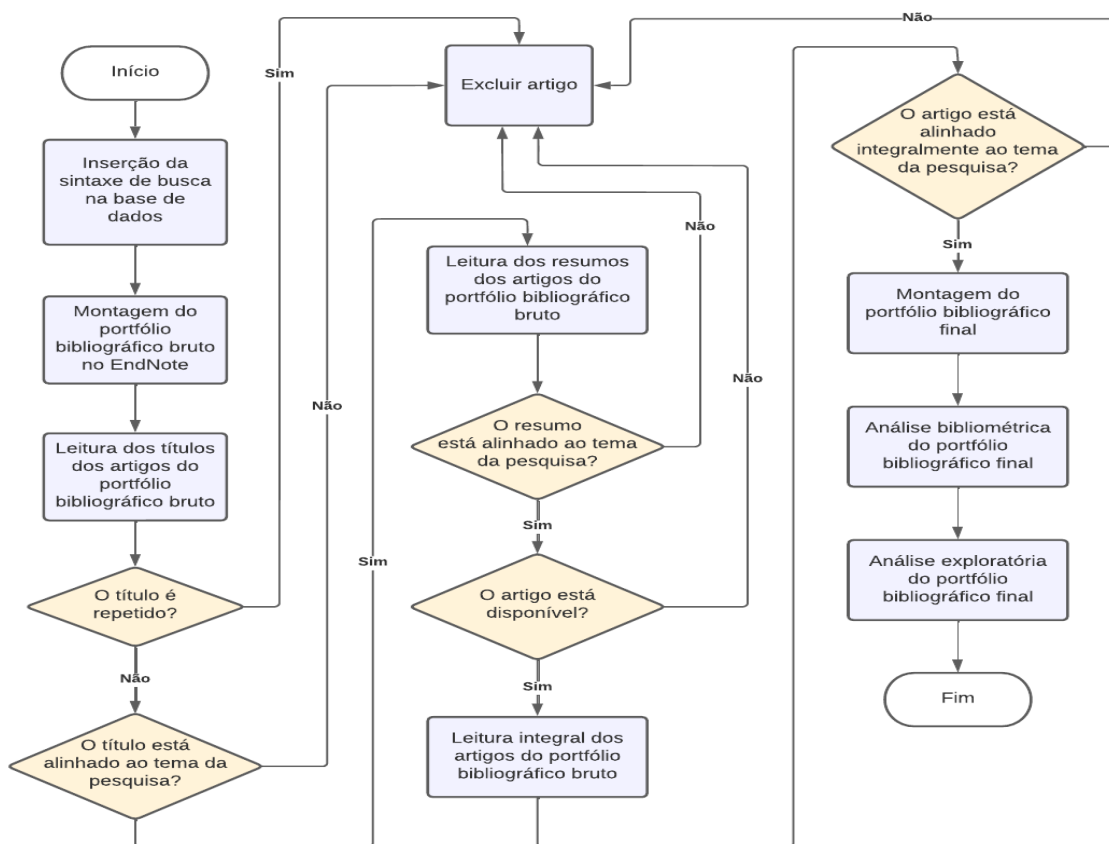
Após a escolha da base para a realização da busca, iniciou-se a construção da sintaxe contendo os termos de busca (palavras-chave) a ser inserida na mesma. Foram previamente definidos os seguintes termos de busca: “woven” ou “fabric” que consistem em termos da língua inglesa referentes à palavra tecido em português, “smart” ou “technological” ou “nanotechnology” termos em inglês referentes a “inteligente”, “tecnológico” e “nanotecnologia” na língua portuguesa, respectivamente.

Definidos previamente estes termos de busca construiu-se a seguinte sintaxe de teste para inserção na base de dados: ((“woven” or “fabric”) and (“smart” or “technological” or “nanotechnology”)). Com a utilização desta sintaxe, realizou-se um teste de aderência dos termos de busca na base da Scopus (Elsevier) através da leitura dos títulos dos artigos resultantes, para verificar se eram ou não aderentes ao objetivo da pesquisa. Após a leitura de alguns títulos, cinco foram selecionados para a análise das palavras-chave na tentativa de analisar se com estes termos os resultados das operações de busca são realmente os artigos referentes ao objetivo da pesquisa e se, porventura, existiam mais termos que não tenham sido previamente definidos e devam ser inseridos para compor a sintaxe final da busca. Após o teste de aderência dos termos de busca, pôde-se reconstruir a sintaxe acrescentando novos termos, resultando em: ((“textile” or “woven” or “fabric”) and (“smart” or “technology” or “intelligent” or “nanotechnology”)).

Dando prosseguimento à estruturação do percurso metodológico desta pesquisa, definiu-se o programa de gerenciamento de bibliografias para a análise das publicações para construir um portfólio bibliográfico alinhado aos objetivos da pesquisa, qual seja, o EndNote.

Após todas as definições apresentadas, finalmente, a terceira etapa consistiu na elaboração do fluxograma dos procedimentos metodológicos da pesquisa apresentado pela figura 01:

Figura 01 - Fluxograma dos procedimentos metodológicos da pesquisa.



Fonte: Dados da pesquisa.

O fluxograma dos procedimentos metodológicos desta pesquisa inicia-se através da inserção da sintaxe de busca “((“textile” or “woven” or “fabric”) and (“smart” or “technology” or “intelligent” or “nanotechnology”))” na base de dados Scopus (Elsevier) utilizando as delimitações previamente determinadas, sendo: referente à língua das publicações (na língua inglesa por serem em maior quantidade), delimitação das datas das publicações (a partir de 2016), assim como, delimitação dos tipos das publicações (artigos em revistas científicas).

Os resultados obtidos nesta primeira etapa, seguem para o software EndNote

para a formação do arquivo do portfólio bibliográfico bruto facilitando as etapas subsequentes da pesquisa. A Primeira etapa após a formação do arquivo do portfólio bibliográfico bruto é a leitura dos títulos dos artigos, que conforme apresentado pelo fluxograma da figura 01, demanda duas decisões por parte da pesquisadora, sendo: a exclusão dos artigos cujos títulos sejam repetidos e a exclusão dos artigos cujos títulos indicam que não estão alinhados ao tema da pesquisa.

Após esta etapa da leitura dos títulos dos artigos, os artigos remanescentes seguem para a etapa da leitura dos seus resumos, etapa esta que também demanda duas decisões por parte da pesquisadora, quais sejam: a exclusão dos artigos que indicam não estar alinhados ao tema da pesquisa, apesar de terem sido mantidos pela etapa da leitura dos seus títulos e a exclusão dos artigos cujo conteúdo na íntegra não esteja disponível nas bases de dados.

Na sequência, os artigos remanescentes passam por uma última análise de alinhamento ao tema de pesquisa, que consiste na leitura integral do conteúdo dos mesmos. Ainda nesta etapa executa-se mais uma tomada de decisão que compreende a exclusão dos artigos que não estão alinhados ao tema da pesquisa.

Os artigos que permanecerem após todas as etapas de leitura e tomadas de decisão (exclusão) seguem para composição do portfólio bibliográfico final, que permite a realização das duas últimas etapas desta pesquisa compreendendo a análise bibliométrica dos dados bibliográficos das referências e a análise exploratória do conteúdo dos artigos, concluindo o objetivo de construir conhecimento sobre o tema desta pesquisa possibilitando à pesquisadora a identificação de lacunas e oportunidades de pesquisa científica em estudos sobre tecidos planos tecnológicos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A execução da primeira etapa desta pesquisa, qual seja, **inserção da sintaxe de busca na base de dados**, foi realizada no dia 15/04/2022 às 19:56 horas, utilizando-se a sintaxe de busca ((“textile” or “woven” or “fabric”) and (“smart” or “technology” or “intelligent” or “nanotechnology”)) na base de dados Scopus (Elsevier) através do Portal de Periódicos da Capes, obtendo-se a quantidade total de 14.524 artigos. Ainda nesta etapa, foram aplicadas as delimitações definidas pela metodologia desta pesquisa referente à língua das publicações (na língua inglesa

por serem em maior quantidade), delimitação das datas das publicações (a partir de 2016), assim como, delimitação dos tipos das publicações (artigos em revistas científicas), resultando na redução da quantidade de artigos obtidos para um total de 2.674.

Após a etapa de busca, seguiu-se para a **montagem do portfólio bibliográfico bruto**, realizando o download das referências para o software de gerenciamento EndNote. Nesta etapa a base de dados Scopus (Elsevier) através do Portal de Periódicos da Capes restringiu o acesso aos resultados obtidos, permitindo o download de apenas 2000 referências em vários arquivos no formato RIS (Research Information Systems). Arquivos com extensão RIS, são arquivos que contém informações sobre publicações citadas ou referências a elas, sendo o objetivo da sua criação a padronização da troca de dados entre várias ferramentas de software de citação ou gerenciamento de bibliografias. As restrições ocorreram mesmo a pesquisadora tendo acessado o Portal de Periódicos da Capes através do login CAFe (Comunidade Acadêmica Federada) que em teoria deveria conceder acesso total ao acervo pesquisado, o que não aconteceu.

Finalizada a construção do portfólio bibliográfico bruto no EndNote com as referências dos 2000 artigos obtidos, foram iniciadas as etapas de leituras com demandas de decisão sob a ótica da pesquisadora. Na primeira etapa de leitura, cujo foco foram os títulos dos artigos, procedeu-se uma busca por títulos duplicados, sendo esta uma função disponibilizada pelo próprio software EndNote. Nesta busca, o software indicou a existência de 4 títulos repetidos cujas referências foram excluídas do portfólio, permanecendo, portanto, 1.996 referências copiadas para uma nova pasta denominada “sem repetições”. Nesta nova pasta, foi realizada a leitura dos títulos de cada uma das referências para identificar quais artigos estavam ou não alinhados ao tema da pesquisa. As referências cujos títulos indicaram não estar alinhados ao tema, somaram um total de 1.976 e as 20 referências remanescentes foram copiadas para uma nova pasta intitulada “título alinhado”.

Na etapa da leitura dos resumos, 6 deles indicaram não estar alinhados ao tema da pesquisa. Por conseguinte, foi criada uma nova pasta com o título de “resumo alinhado” onde as referências dos artigos cujos resumos foram considerados alinhados, um total de 14 referências, foram copiadas. Antes da última etapa de leitura, executou-se a busca pelas referências remanescentes disponíveis na íntegra em bancos de dados digitais com o auxílio do Google Acadêmico. Esta

busca resultou em 13 referências cujo conteúdo encontra-se disponível na íntegra, sendo apenas 1 artigo excluído nesta ação. Os artigos remanescentes e agora disponíveis na íntegra foram, então, salvos em uma pasta no Drive do Google intitulada “disponíveis na íntegra” e foram traduzidos para a língua portuguesa pela pesquisadora. A última etapa de leitura compreendeu a leitura na íntegra dos artigos traduzidos para a língua portuguesa, e sob a ótica da pesquisadora, 7 destes artigos não se encontram alinhados integralmente ao tema da pesquisa. Por fim, seguiram para a composição do portfólio bibliográfico final 6 artigos, cujas referências encontram-se apresentados pelo quadro 01:

Quadro 01 – Portfólio Bibliográfico Final

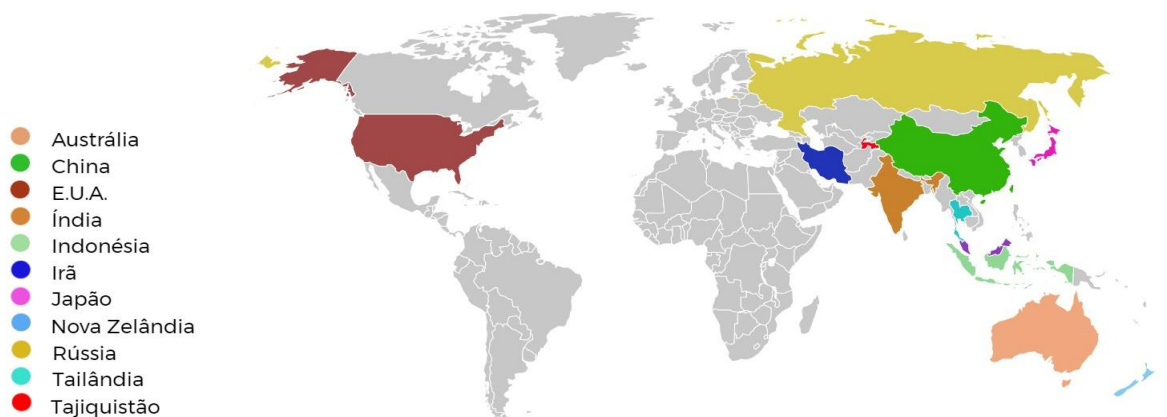
1	BHANDARI, V. et al. Antimicrobial Finishing of Metals, Metal Oxides and Metal Composites on Textiles: A Systematic Review. Industrial & Engineering Chemistry Research , v. 61, n. 1, p. 86–101, 2022.
2	HASSAN, B. S.; ISLAM, G. M. N.; HAQUE, A. N. M. A. Applications of Nanotechnology in Textiles: A Review. Advanced Research in Textile Engineering , v. 4, n. 2, p. 1038, 2019.
3	JONGPRATEEP, O. et al. Titanium Dioxide and Fluoropolymer-based Coating for Smart Fabrics with Antimicrobial and Water-repellent Properties. RSC Advances , v. 12, n. 1, p. 588–594, 2021.
4	MALLAKPOUR, S.; AZADI, E.; HUSSAIN, C. M. Recent Breakthroughs of Antibacterial and Antiviral Protective Polymeric Materials During COVID-19 Pandemic and After Pandemic: Coating, packaging, and textile applications. Current Opinion in Colloid & Interface Science , v. 55, p. 101480, 2021.
5	PETROVA, L. S. et al. Promising Methods of Antibacterial Finishing of Textile Materials. Russian Journal of General Chemistry , v. 91, n. 12, p. 2758–2767, 2021.
6	WIBAWA, P. J. et al. Green Synthesized Silver Nanoparticles Immobilized on Activated Carbon Nanoparticles: Antibacterial Activity Enhancement Study and Its Application on Textiles Fabrics. Molecules , v. 26, n. 13, 2021.

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

O total de artigos selecionados para o portfólio bibliográfico final foi seis, e considera-se que este resultado diminuto deve-se ao fato dos recortes realizados pela pesquisadora devido ao tempo disponível para a realização da pesquisa, que foi de quatro meses. Formado o portfólio bibliográfico final, prosseguiu-se para a penúltima etapa da pesquisa que consiste na análise bibliométrica de informações constantes nas referências bibliográficas, que foram: (1) países de destaque referentes às pesquisas do portfólio e (2) títulos de destaque no portfólio bibliográfico pelo seu número de citações. Na sequência de análise bibliométrica realizou-se uma análise de modo a destacar os países em que atuam os autores referentes às pesquisas do portfólio bibliográfico final. Para este fim, buscaram-se as informações sobre o país de atuação sendo estas coletadas nos próprios artigos do portfólio. Os dados foram tabulados e encontram-se apresentados pela figura 02. Pode-se observar na figura que a maioria dos países de atuação dos autores encontram-se

localizados na Ásia sendo eles: a China, a Índia, a Indonésia, o Irã, o Japão, a Tailândia e o Tadjiquistão. A Rússia por ser um país transcontinental possui uma parte localizada na Ásia e uma parte localizada na Europa.

Figura 02 – Países de destaque referentes às pesquisas do portfólio.



Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

Pode-se afirmar que a proximidade entre os países mencionados pode contribuir para o incentivo às parcerias em pesquisas colaborativas, o que explica em parte esta concentração. Por outro lado, China e Índia são referências milenares na produção de têxteis, o que também pode contribuir para o incentivo à pesquisa não apenas em seus territórios como também em territórios mais próximos.

Para relacionar quais artigos podem ser considerados em destaque no portfólio bibliográfico procedeu-se a coleta sobre a quantidade de citações dos referidos artigos de dados disponíveis na plataforma Google Acadêmico (Quadro 02).

No portfólio bibliográfico o artigo com maior número de citações foi o artigo “Recent Breakthroughs of Antibacterial and Antiviral Protective Polymeric Materials During COVID-19 Pandemic and After the Pandemic: coating, packaging and textile applications” com um total de 16 citações. Este destaque refere-se ao tema do estudo deste artigo estar alinhado à recente emergência sobre o desenvolvimento de tecnologias que possam evitar a propagação do vírus da COVID, que foi a causa de uma pandemia mundial iniciada em 2020 e ainda em vigência.

Em segundo lugar, destacam-se pelo mesmo número de citações os artigos “Applications of Nanotechnology in Smart Textile Industry: A critical review” e “Antimicrobial Finishing of Metals, Metal Oxides, and Metal Composites on Textiles: A Systematic Review” com 4 citações cada. Por fim, em terceiro lugar, destaca-se o artigo “Green Synthesized Silver Nanoparticles Immobilized on Activated Carbon

Nanoparticles: Antibacterial Activity Enhancement Study and its Application on Textiles Fabrics” com um total de 3 citações.

Quadro 02 – Títulos de destaque no portfólio bibliográfico pelo número de citações.

TÍTULOS	CITAÇÕES
Recent Breakthroughs of Antibacterial and Antiviral Protective Polymeric Materials During Covid-19 Pandemic and After The Pandemic: Coating, Packaging And Textile Applications.	16
Applications of Nanotechnology in Smart Textile Industry: A Critical Review	4
Antimicrobial Finishing of Metals, Metal Oxides, and Metal Composites on Textiles: A Systematic Review	4
Green Synthesized Silver Nanoparticles Immobilized on Activated Carbon Nanoparticles: Antibacterial Activity Enhancement Study and its Application on Textiles Fabrics	3
Promising Methods of Antibacterial Finishing of Textile Materials	0
Titanium Dioxide and Fluoropolymer-Based Coating for Smart Fabrics With Antimicrobial and Water-Repellent Properties.	0

Fonte: Elaborado pela autora, 2022.

Após a conclusão da análise bibliométrica, seguiu-se com a análise exploratória dos artigos do portfólio bibliográfico onde os fatores observados foram estruturados na forma de questões, seguindo os critérios dos objetivos desta pesquisa, quais sejam: Qual o tipo do artigo científico? É uma pesquisa aplicada ou um artigo de revisão? Para o caso de pesquisa aplicada qual foi o substrato têxtil utilizado (fibra, fio, tecido plano, tecido de malha, tecido não-tecido, vestuário ou outro)? Nos artigos de pesquisa aplicada, qual foi a inovação no material têxtil a torná-lo um têxtil inteligente (nanotecnologia, tratamentos diversos, tecnologia embarcada ou outro)? No caso de artigos de revisão, quais as inovações apresentadas pela revisão?

O primeiro artigo estudado para a análise exploratória foi o “Recent Breakthroughs of Antibacterial and Antiviral Protective Polymeric Materials During COVID-19 Pandemic and After the Pandemic: Coating, packaging and textile applications”, que em português traduz-se em “Descobertas Recentes sobre Proteção Antibacteriana e Antiviral em Materiais Poliméricos Durante a Pandemia de COVID-19 e Após a Pandemia: Revestimento, embalagem e aplicações têxteis”. Este artigo classifica-se como um artigo de revisão com foco em materiais

poliméricos antimicrobianos para uso em revestimentos, embalagens de alimentos e têxteis durante a pandemia de COVID-19 e após a pandemia. A revisão deste artigo pautou-se nos resultados obtidos por pesquisadores diversos e os materiais utilizados para combater microorganismos foram metais e óxidos metálicos, além de materiais naturais como a curcumina, pectina e quitosana, extraídos de orgânicos, com propriedades antioxidante, antiviral e antibacteriano natural (MALLAKPOUR; AZADI; HUSSAIN, 2021).

Os testes revisados neste artigo foram realizados por revestimento de amostras de filtros e tecidos de algodão, hidrogel, e sobre filmes de embalagens. Estas amostras registraram as ações de diversos compostos químicos contra vírus, fungos e bactérias. Todas as pesquisas revisadas pelo artigo constataram a eficácia da ação dos compostos preparados para inibir a aderência ou eliminar os referidos microorganismos, com destaque para os revestimentos viabilizando-se como uma forma importante de prevenção na disseminação de micróbios e vírus.

O segundo artigo estudado nesta análise exploratória foi “Applications of Nanotechnology in Smart Textile Industry: A critical review”, que em sua tradução significa “Aplicações de Nanotecnologia na Indústria Têxtil Inteligente: Uma revisão crítica”. Este artigo consiste em uma revisão da aplicação da nanotecnologia em materiais têxteis e faz uma crítica referente ao seu sucesso comercial, questionando a funcionalidade na indústria da moda, bem como, efeitos adversos à saúde humana e ao meio ambiente (HASSAN; ISLAM; HAQUE, 2019).

O terceiro título analisado foi o artigo “Antimicrobial Finishing of Metals, Metal Oxides, and Metal Composites on Textiles: A Systematic Review” que ao se traduzir para o português significa “Acabamento Antimicrobiano de Metais, Óxidos Metálicos e Metais Compósitos em Têxteis: Uma Revisão Sistemática”. É um artigo de revisão, focado em acabamento antimicrobiano em têxteis, utilizando-se nanopartículas metálicas e avaliando os impactos e a toxicidade destes acabamentos na saúde (BHANDARI *et al.*, 2022). As análises partiram de acabamentos com partículas de metais e óxidos metálicos de Zn (zinco), Ti (titânio), Ag (prata) e Cu (cobre) em substratos têxteis de fibras naturais e sintéticas. Os resultados obtidos apresentaram melhor índice para acabamento antimicrobiano, mas com potencial para múltipla funcionalidade, e em relação à toxicidade e os impactos à saúde, os autores relatam ser ainda um desafio.

O quarto artigo estudado nesta análise foi o “Green Synthesized Silver

Nanoparticles Immobilized on Activated Carbon Nanoparticles: Antibacterial Activity Enhancement Study and its Application on Textiles Fabrics” sendo sua tradução para o português “Nanopartículas de Prata Sintetizadas Verdes Imobilizadas em Nanopartículas de Carvão Ativado: Estudo de aprimoramento da atividade antibacteriana e sua aplicação em tecidos têxteis”. O artigo apresenta estudos experimentais (pesquisa aplicada) do tipo antibacteriano em amostras de tecidos de poliéster e algodão, submetendo o mostruário a diferentes ambientes e registrando os resultados obtidos, relacionando o aumento da atividade antibacteriana na nanopartícula de prata (WIBAWA *et al.*, 2021). Na percepção da pesquisadora, a análise dos resultados apresentados pelo artigo revela que as nanopartículas de prata (AgNPs) alcançam propriedades antibacterianas com baixo risco para a saúde humana.

O Quinto artigo estudado nesta análise foi o “Promising Methods of Antibacterial Finishing of Textile Materials” que em sua tradução quer dizer “Métodos Promissores de Acabamento Antibacteriano de Materiais Têxteis”, sendo este um artigo de revisão sobre desenvolvimento de acabamentos antibacterianos sobre as possibilidades e perspectivas para o desenvolvimento deste acabamento em materiais têxteis, com ênfase especial em nanopartículas de prata. Neste artigo constata-se novamente a presença das nanopartículas de prata, muito presente neste portfólio bibliográfico, que visam acabamentos com ação antibacteriana, destacando que “ as nanopartículas de prata são inofensivas para o corpo humano ” (PETROVA *et al.*, 2021).

O sexto e último artigo estudado nesta análise foi o “Titanium Dioxide and Fluoropolymer-based Coating for Smart Fabrics with Antimicrobial and Water-repellent Properties” em português “Revestimento à Base de Dióxido de Titânio e Fluoropolímero para Tecidos Inteligentes com Propriedades Antimicrobianas e Repelentes à Água”. Este estudo apresenta o desenvolvimento (pesquisa aplicada) de tecidos funcionais com propriedades antimicrobianas e repelentes à água, usando dióxido de titânio (TiO₂) e precursores à base de fluoropolímeros como materiais de revestimento. Os testes foram realizados em aventais confeccionados com tecidos de fibras de poliéster e algodão e apresentaram resultados positivos, mesmo após um total de dez lavagens (JONGPRATEEP *et al.*, 2021).

5. CONCLUSÃO

A presente pesquisa consistiu na formação de um portfólio bibliográfico com o propósito de construir conhecimento sobre tecidos planos tecnológicos através das análises bibliométrica e exploratória dos artigos científicos do referido portfólio. Para este estudo os fatores determinantes foram a identificação de lacunas e oportunidades de pesquisa científica para promover novos estudos neste âmbito.

Um total de 6 artigos compuseram o portfólio bibliográfico final e após uma análise minuciosa dos mesmos, percebeu-se desde a fase de busca que não foi encontrado nenhum artigo com foco no desenvolvimento de têxteis inteligentes que contenha o tecido plano como base, sendo o mais usual nos estudos encontrados, o desenvolvimento de inovações do tipo acabamento têxtil. A opção pela busca de tecido plano deu-se na intenção de delimitar o tema, e conclui-se neste caso que consiste em uma lacuna a ser explorada.

Com a análise bibliométrica, conclui-se que temas relacionados à saúde podem se configurar em excelentes oportunidades de pesquisa conforme podemos constatar pelo título de destaque pelo número de citações onde os autores abordam sobre acabamentos antibacteriano e antiviral em especial mencionando a proteção contra a COVID. Uma lacuna evidenciada com a realização deste estudo, consiste na baixa quantidade de pesquisas com foco no desenvolvimento de têxteis inteligentes realizados tanto na Europa, quanto nas Américas.

Os destaques no portfólio bibliográfico final, referentes às oportunidades de pesquisa se apresentam nos estudos com uso de tecnologias antimicrobianas e hidrofóbicas e, por outro lado, nos aponta lacunas no que tange outras tecnologias que poderiam ter uma pesquisa mais aprofundada, tais como, acabamentos com foco em tratamentos para saúde ou outras funções mais variadas.

Dentre os artigos do portfólio bibliográfico final, merece destaque a análise crítica do artigo “Applications of Nanotechnology in Smart Textile Industry: A critical review” os autores enfatizam constantemente os efeitos adversos de novas tecnologias à saúde humana e ao meio ambiente. Na perspectiva da pesquisadora, esta análise crítica é muito pertinente, pois quando se trata da saúde humana e meio ambiente deve haver sempre um cuidado especial. Todavia, estas tecnologias já fazem parte do nosso cotidiano, portanto, deve se focar em soluções que possam minimizar estes impactos, diminuindo a nocividade destas tecnologias que apesar de tudo podem ser muito úteis à sociedade.

Na análise exploratória evidenciou-se que no portfólio bibliográfico final reuniram-se quatro artigos de revisão e dois artigos de pesquisa aplicada, demonstrando, portanto, a existência de uma lacuna a ser explorada no desenvolvimento de novas tecnologias para têxteis inteligentes.

Ao final da análise exploratória, constataram-se lacunas na pesquisa científica no que tange o desenvolvimento de outras linhas de têxteis inteligentes, tais como novas fibras químicas, estruturas de tecidos diferenciados, tais como, tecnologia de tecelagem tridimensional e até mesmo o desenvolvimento de artigos do vestuário com tecnologia embarcada, tais como sensores de movimento ou outras inteligências artificiais (I.A.).

Por fim, como sugestões de pesquisas futuras, compreende-se a importância de outros estudos semelhantes à exploratória para a construção de conhecimento na área de têxteis inteligentes, inclusive com maior disponibilidade de tempo de pesquisa e abrangendo um maior número de bases de dados para ampliar os resultados obtidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, M. H. F. *et al.* Como Construir Conhecimento Sobre o Tema de Pesquisa? Aplicação do Processo Proknow-C na Busca de Literatura sobre Avaliação do Desenvolvimento Sustentável. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, São Paulo, v. 5, n. 2, p. 47–62, 2011.

BHANDARI, V. *et al.* Antimicrobial Finishing of Metals, Metal Oxides and Metal Composites on Textiles: A Systematic Review. **Industrial & Engineering Chemistry Research**, v. 61, n. 1, p. 86–101, 2022.

COUTINHO, L. D. **Tecido de Algodão Funcionalizado com Nanopartículas de Prata Visando Produção de Material Bactericida**. 2018. 57 f. Bacharel em Engenharia Têxtil - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, 2018. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/5694>. Acesso em: 17 jun. 2022.

HASSAN, B. S.; ISLAM, G. M. N.; HAQUE, A. N. M. A. Applications of Nanotechnology in Textiles: A Review. **Advanced Research in Textile Engineering**, v. 4, n. 2, p. 1038, 2019.

JONGPRATEEP, O. *et al.* Titanium Dioxide and Fluoropolymer-based Coating for Smart Fabrics with Antimicrobial and Water-repellent Properties. **RSC Advances**, v. 12, n. 1, p. 588–594, 2021.

MALLAKPOUR, S.; AZADI, E.; HUSSAIN, C. M. Recent Breakthroughs of Antibacterial and Antiviral Protective Polymeric Materials During COVID-19

Pandemic and After Pandemic: Coating, packaging, and textile applications. **Current Opinion in Colloid & Interface Science**, v. 55, p. 101480, 2021.

MATTILA, H. (org.). **Intelligent Textiles and Clothing**. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2006. *E-book*.

PEREIRA, N. D. **Aplicação da Nanotecnologia na Cadeia de Produção Têxtil**. 2014. 41 f. Tecnólogo em Produção Têxtil - Faculdade de Tecnologia Americana, Americana, 2014. Disponível em: <http://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/1122>. Acesso em: 17 jun. 2022.

PETROVA, L. S. *et al.* Promising Methods of Antibacterial Finishing of Textile Materials. **Russian Journal of General Chemistry**, v. 91, n. 12, p. 2758–2767, 2021.

SMITH, W. C. (org.). **Smart Textile Coatings and Laminates**. Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2010. *E-book*.

UL-ISLAM, S.; BUTOLA, B. S. (org.). **Nanomaterials in the Wet Processing of Textiles**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2018. *E-book*.

WIBAWA, P. J. *et al.* Green Synthesized Silver Nanoparticles Immobilized on Activated Carbon Nanoparticles: Antibacterial Activity Enhancement Study and Its Application on Textiles Fabrics. **Molecules**, v. 26, n. 13, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3390/molecules26133790>.

YILMAZ, N. D. **Smart Textiles: Wearable Nanotechnology**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2018. *E-book*.