



**INSTITUTO FEDERAL DA BAHIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO**

**PROFNIT – PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROPRIEDADE
INTELECTUAL E TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA PARA A INOVAÇÃO**

DANIELLE LIMA SANTOS

**PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA PARA O USO DE BIOATIVOS E
NANOTECNOLOGIA NA INDÚSTRIA TÊXTIL FUNCIONAL**

JEQUIÉ – BA

2022

Biblioteca Raul V. Seixas – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - IFBA - Salvador/BA.

S237p Santos, Danielle Lima.

Prospecção tecnológica para o uso de bioativos e nanotecnologia na indústria têxtil funcional. Jequié, 2022.
141 f. ; 30 cm.

Trabalho de conclusão de curso (Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia - PROFNIT) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Ângela Maria Ferreira Lima.

Coorientadora: Prof^ª. Dr^ª. Wagna Piler Carvalho dos Santos.

1. Cenários futuros. 2. Inovação. 3. Indústria têxtil. I. Lima, Ângela Maria Ferreira II. Santos, Wagna Piler Carvalho dos. III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia. IV. Título.

CDU 2 ed. 677

DANIELLE LIMA SANTOS

**PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA PARA O USO DE BIOATIVOS E
NANOTECNOLOGIA NA INDÚSTRIA TÊXTIL FUNCIONAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como produto para Defesa, requisito à obtenção do grau de Mestre em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação, pelo Instituto Federal da Bahia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ângela Maria Ferreira Lima
Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Wagna Piler Carvalho dos Santos.

JEQUIÉ – BA

2022



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA BAHIA
Av. Araújo Pinho, 39 - Bairro Canela - CEP 40000-000 - Salvador - BA - www.portal.ifba.edu.br

INSTITUTO FEDERAL DA BAHIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO

**PROFNIT - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROPRIEDADE INTELECTUAL E
TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA PARA A INOVAÇÃO**

**PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA PARA O USO DE BIOATIVOS E NANOTECNOLOGIA NA
INDÚSTRIA TÊXTIL FUNCIONAL**

DANIELLE LIMA SANTOS

Produto(s) Gerado(s): Relatório Técnico Conclusivo; Artigo científico Qualis B1

Orientadora: Profa. Dra. Ângela Maria Ferreira Lima

Coorientadora: Profa Dra. Wagner Piler Carvalho dos Santos

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Ângela Maria Ferreira Lima

Orientadora – Instituto Federal da Bahia (IFBA)

Profa. Dra Wagner Piler Carvalho dos Santos

Coorientadora - Instituto Federal da Bahia (IFBA)

Profa. Dra Sílvia Beatriz Beger Uchôa

Membro Externo - Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

Profª. Dra Angela Machado Rocha

Membro Externo - Universidade Federal da Bahia (UFBA)

Prof. Msc Sylvio Tobias Napoli Junior

Membro Externo Mercado - Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção (ABIT)

Prof. Dr. Jonei Marques Costa

Membro Interno – Instituto Federal da Bahia (IFBA)

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela banca examinadora em 29/07/2022

Em 23 de setembro de 2022.



Documento assinado eletronicamente por **ANGELA MARIA FERREIRA LIMA, Docente da Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação**, em 23/09/2022, às 18:38, conforme decreto nº 8.539/2015.



Documento assinado eletronicamente por **WAGNA PILER CARVALHO DOS SANTOS, Coordenadora- Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação**, em 23/09/2022, às 18:43, conforme decreto nº 8.539/2015.



Documento assinado eletronicamente por **Ângela Machado Rocha, Usuário Externo**, em 25/09/2022, às 18:31, conforme decreto nº 8.539/2015.



Documento assinado eletronicamente por **JONEI MARQUES DA COSTA, Professor(a) do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico**, em 26/09/2022, às 07:42, conforme decreto nº 8.539/2015.



Documento assinado eletronicamente por **SILVIA BEATRIZ BEGER UCHOA, Usuário Externo**, em 26/09/2022, às 09:42, conforme decreto nº 8.539/2015.



Documento assinado eletronicamente por **Sylvio Tobias Napoli Junior, Usuário Externo**, em 26/09/2022, às 14:57, conforme decreto nº 8.539/2015.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site http://sei.ifba.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&acao_origem=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0 informando o código verificador **2528032** e o código CRC **5FA7E2B5**.

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus filhos, meu esposo, e meus pais.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, força suprema e maior, que permite o meu desenvolvimento.

Aos meus pais, Paulo e Eliana, por sempre acreditarem no meu potencial acadêmico.

Aos meus filhos, Pedro e Rafael, pela paciência dos momentos em que precisei me ausentar do seu convívio.

Ao meu esposo, Darci, por acolher o meu momento pesquisadora com afeto, e me permitir passar por esse processo com leveza.

Às irmãs, sobrinhos, tias, tios e primos que sentiram minha falta, mas continuam desejando a minha evolução.

Às minhas orientadoras, Ângela e Wagner, pela sensibilidade feminina e paciência, que tornaram a condução do processo de escrita sensível e tranquilo.

Ao Prof. Sylvio Napoli pela presteza e disponibilidade.

Aos meus colegas da turma 2020 do PROFNIT que, apesar de nos conhecermos apenas de forma *online*, foram parceiros e acolhedores sempre.

Aos meus colegas de trabalho da GAD/UESB, em especial a Keque e Enoch, por serem parceiros e solícitos na caminhada do mestrado.

Aos amigos, que entendem a minha ausência sem questionar o meu momento.

À FORTEC – Fórum Nacional de Gestores de Inovação e Transferência de Tecnologia – que é a proponente do PROFNIT à CAPES.

SANTOS, Danielle Lima. **Prospecção Tecnológica para o uso de Bioativos e Nanotecnologia na Indústria Têxtil Funcional**. 2022. 141 f. (Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação) – Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação. Instituto Federal da Bahia, Bahia, 2022.

RESUMO

As crises têm-se mostrado oportunidades para mudanças nos paradigmas que envolvem o crescimento econômico de uma nação. A epidemia da covid-19, iniciada no ano de 2020 em todo o mundo, é apenas um exemplo que evidencia a necessidade de busca de novas possibilidades para o setor industrial, em especial a indústria têxtil brasileira. Buscar alternativas tecnológicas que solucionem questões cotidianas trazidas por essa epidemia pode ser o caminho para preencher entraves que invadem a cadeia produtiva da indústria têxtil brasileira. Dessa forma, este estudo avalia as potencialidades aplicadas aos têxteis funcionais com uso de bioativos e nanotecnologia na indústria têxtil, a partir de um estudo prospectivo tecnológico. O estudo possibilita catalogar e analisar possíveis tecnologias por meio de seus registros de patentes, que possam servir como alternativas aos insumos e produtos relacionados à indústria têxtil. A pesquisa aconteceu na perspectiva exploratória, com análise quali-quantitativa, utilizando as técnicas de pesquisa bibliográfica e documental, a documentos bibliográficos e registros de patentes relacionadas à temática. Foram utilizadas as bases *Scopus*, *Web of Science* para os documentos científicos e *Orbit intelligence*, *Lens* e INPI para a consulta às patentes. A análise das patentes aconteceu através da metodologia de multicritério associada às cinco forças de Porter, Matriz SWOT e quádrupla hélice, onde foram trabalhadas questões relativas às indústrias têxteis brasileiras. Os resultados encontrados indicam um número crescente de artigos científicos sobre tecnologias que envolvem bioativos e nanomateriais para utilização na indústria têxtil. Para as tecnologias encontradas na prospecção, destacam-se os curativos, materiais para transporte de medicamentos e métodos de revestimentos, revelando uma maior participação da área farmacêutica como detentora do maior número de inovações patenteadas. A pequena quantidade de registros de patentes para a temática revelou um mercado amplo e promissor para a criação de novos materiais de forma sustentável, onde os

bio-nanomateriais podem indicar as tendências para esses novos materiais a serem incorporados na indústria têxtil. Conclui-se que há uma lacuna a ser preenchida entre o que é produzido nos centros de pesquisa e desenvolvimento e o que é colocado no mercado pelas indústrias têxteis no Brasil. Realizar parcerias para o desenvolvimento de tecnologias que melhorem o desenvolvimento de produtos que tragam bem-estar social permitirá um ciclo de avanço não só para a academia e indústria, mas para todo o entorno social.

Palavras-chave: cenários futuros; inovação; indústria têxtil.

SANTOS, Danielle Lima. **Technological Prospecting for the use of Bioactives and Nanotechnology in the Functional Textile Industry**. 2022. 141 f. (Mestrado em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação) – Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação. Instituto Federal da Bahia, Bahia, 2022.

ABSTRACT

Crises are opportunities for paradigm shifts that involve a nation's economic growth. The covid-19 epidemic, which started in 2020 around the world, is just one example of evidence of the search for new possibilities for the industrial sector, especially a brazilian textile industry. Searching for technological alternatives that solve everyday technical issues brought about by this epidemic can be the way to fill the obstacles that invade an economic chain of the Brazilian textile industry. In this way, this study evaluates the potentialities applied to functional textiles and technological nanotechnology in the textile industry, based on a prospective study. The study makes it possible to catalog and analyze possible technologies for your patent records, means that can serve as alternatives to inputs and related to the textile industry. The research took place in exploratory, with qualitative-quantitative analysis, using bibliographic and documental research techniques, bibliographic documents and patent records related to the theme. Scopus of Science bases were used for scientific documents and Orbit intelligence, Lens and INPI for patent consultation. The patent analysis took place through the multi-criteria methodology associated with Porter's five forces, SWOT Matrix and quintuple helix, where issues such as brazilian textile issues were worked on. The results found indicate a growing number of scientific articles on bioactive and nanomaterials wrapping technologies for use in the textile industry. For the biggest technologies in the prospection, dressings, for the transport of medicines and coating methods stand out, revealing a greater amount of patented innovations. A small amount of patent registrations for a widely publicized and promising market for the creation of new materials in a sustainable way, where bionanomaterials can indicate trends for these new materials to be incorporated in the textile industry. A gap closed in the market and in development between the research centers that is produced in and in development

what is placed in the textile market that has in Brazil. Partnerships for the development of technologies that improve products that bring all social well-being will allow an advanced development cycle, not only for academia and industry, but for the social environment.

Keywords: future scenarios; innovation; textile industry.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação de Bioativos e suas funcionalidades.....	31
Quadro 2 – Dados da Indústria Têxtil 2019	43
Quadro 3 – Sentenças lógicas para busca de patentes nas bases de dados	48
Quadro 4 – Quantidade de publicações por base de dados pesquisada	53
Quadro 5 – Quantidade de documentos encontrados nas bases de dados de Registros de Patentes	57
Quadro 6 – Registros de patentes coletados na Plataforma <i>Orbit</i> , seus respectivos títulos e situação de proteção no Brasil.....	58
Quadro 7 – Classificações patentárias, áreas de estudo e possíveis áreas de negócios para indústria têxtil.....	68
Quadro 8 – Matriz <i>SWOT</i>	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxo metodológico por etapas	46
Figura 2 – Análise de Patentes multicritério	49
Figura 3 – Forças que governam a competição em um Setor.....	50
Figura 4 – Matriz de validação – Relação entre objetivos específicos, metodologia e entregáveis.....	52
Figura 5 – Quantidade de publicações de artigos científicos por ano sobre o tema relacionado ao uso de bioativos e nanomateriais em têxteis (2000-2022).....	54
Figura 6 – Número de publicações de artigos científicos por país e relação de cooperação entre eles na temática dos têxteis funcionais utilizando bioativos e nanomateriais.....	55
Figura 7 – Diagrama com as 20 palavras-chave mais utilizadas pelos autores nas publicações encontradas para a temática do uso de bioativos e nanomateriais na indústria têxtil	56
Figura 8 – Visão geral das tecnologias para Têxteis Funcionais com o uso de bioativos e nanomateriais.....	62
Figura 9 – Proteção de tecnologias para têxteis funcionais com o uso de bioativos e nanomateriais por país.....	63
Figura 10 – Classificação Patentária das tecnologias com uso de bioativos e nanomateriais na indústria têxtil funcional.....	65
Figura 11 – Domínio das tecnologias pelos detentores das patentes com classificação patentária A61K	66
Figura 12 – Proposição de diagrama disruptivo/incremental de tecnologias inovadoras que alcancem novas áreas de produtos ainda não delimitadas	74

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABINT	Associação Brasileira das Indústrias de Não tecidos e Tecidos Técnicos
ABIQUIM	Associação Brasileira da Indústria Química
ABIT	Associação Brasileira da Indústria Têxtil
ABRAFAS	Associação Brasileira de Produtores de Fibras Artificiais e Sintéticas
C&T	Ciência e Tecnologia
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CDB	Convenção sobre Diversidade Biológica
CNI	Confederação Nacional das Indústrias
CT&I	Ciência, Tecnologia e Inovação
EMBRAPII	Associação Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial
FGV	Fundação Getúlio Vargas
FORTEC	Fórum Nacional de Gestores de Inovação e Transferência e Tecnologia
INPI	Instituto Nacional de Propriedade Industrial
IPC	Classificação Patentária Internacional
LPI	Lei da Propriedade Industrial
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações
MMA	Ministério do Meio Ambiente
nm	Nanômetro
NMs	Nanomateriais
nps	Nanopartículas
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ONU	Organização das Nações Unidas
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PIB	Produto Interno Bruto
PROFNIT	Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação
SNI	Sistema Nacional de Inovação
SWOT	<i>Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats</i>
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TPP	Tecnológica de Produtos e Processos

WIPO

World Intellectual Property Organization

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	17
1 INTRODUÇÃO	18
2 JUSTIFICATIVA	23
2.1 LACUNA A SER PREENCHIDA PELO TCC	23
2.2 ADERÊNCIA AO PROFNIT.....	23
2.3 IMPACTO	24
2.4 APLICABILIDADE	24
2.5 INOVAÇÃO	25
2.6 COMPLEXIDADE.....	25
3 OBJETIVOS	26
3.1 OBJETIVO GERAL	26
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
4 REFERENCIAL TEÓRICO	27
4.1 INOVAÇÃO EM TEMPOS DE CRISE	27
4.2 BIOATIVOS, NANOTECNOLOGIA E NOVOS MATERIAIS.....	29
4.2.1 Bioativos	30
4.2.2 Nanotecnologia e novos materiais	32
4.3 BIODIVERSIDADE BRASILEIRA E BIOTECNOLOGIA APLICADAS AOS TÊXTEIS	35
4.4 PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA: PERSPECTIVAS PARA A INDÚSTRIA TÊXTIL FUNCIONAL BRASILEIRA	38
4.5 DADOS DA INDÚSTRIA TÊXTIL NO BRASIL	42
5 METODOLOGIA	46
5.1 ETAPAS METODOLÓGICAS.....	46
5.2 DESCRIÇÃO DETALHADA DE CADA ETAPA METODOLÓGICA.....	46
5.3 MATRIZ DE VALIDAÇÃO/AMARRAÇÃO.....	51
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES	53
7 ENTREGÁVEIS DE ACORDO COM OS PRODUTOS DO TCC	76
8 CONCLUSÕES	77
REFERÊNCIAS	79
APÊNDICE A – PUBLICAÇÕES GERADAS NO MESTRADO	95
APÊNDICE B – ARTIGO SUBMETIDO À REVISTA QUALIS B1	96

ANEXO A – CRITÉRIOS DE SUBMISSÃO DA REVISTA	137
ANEXO B – COMPROVANTE DE SUBMISSÃO DO ARTIGO	141

APRESENTAÇÃO

Este estudo apresenta uma análise quali-quantitativa de possíveis tecnologias a serem incorporadas no rol da indústria têxtil brasileira, por meio de análise patentária e projeções de cenários futuros. Inicialmente, contextualiza-se o problema e discutem-se as lacunas existentes e o papel das crises para a incorporação da inovação nas empresas/indústrias para o desenvolvimento de uma região ou país. Apresenta-se, ainda, a Justificativa para essa pesquisa, levando-nos a compreender a questão que a norteia, além da problemática e dos respectivos Objetivos – geral e específicos.

Em seguida, apresentam-se os aspectos que justificam a aderência ao Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação, além do impacto, aplicabilidade, inovação e complexidade que envolvem a pesquisa. Já o Referencial Teórico dará embasamento à discussão acerca dos bioativos e da nanotecnologia na indústria têxtil funcional.

Após, apresenta-se a Metodologia, com sua matriz de validação com objetivos específicos, e os Resultados e Discussões, onde se verificam quantitativamente as patentes registradas com foco nas tecnologias com uso de bioativos e nanomateriais utilizadas na indústria têxtil brasileira e, por fim, expõem-se as Conclusões da pesquisa.

1 INTRODUÇÃO

Situações emergenciais e necessidades humanas específicas são incentivos para acontecerem buscas por soluções, incentivando o crescimento de uma nação. O desenvolvimento tecnológico, quando gerado a partir dessa busca por soluções, pode originar inovações que promovam a melhoria de vida de toda uma sociedade.

Assim, em dias tão frenéticos de mudanças que ocorrem a todo o momento, a busca por soluções que impulsionem o desenvolvimento econômico de uma nação torna-se assunto primordial. Aspectos que envolvem desenvolvimento tecnológico, científico e capacidade inovativa, que podem fomentar a geração de propulsão de vias de crescimento regional, nos fazem refletir sobre o papel da inovação como o início na geração de ativos de propriedade intelectual capazes de gerar mudança local, regional ou global.

É através da inovação que se tem percebido avanços no desenvolvimento de uma nação, o que, em muitas situações, surge das necessidades dos consumidores.

O índice global de inovação aponta para a melhoria da posição do Brasil em investimentos em inovação no ano de 2021, quando comparada a outros países da América Latina, ocupando a 57ª posição no *ranking* da economia (OMPI, 2021).

O crescimento tecnológico apresenta-se como alternativa às demandas emergentes que a sociedade produz ao longo dos tempos. Mas, é a partir das novas tecnologias lançadas no mercado que se inicia a mudança econômica. A partir da “destruição criadora”, o consumidor é incentivado a estabelecer novas relações de consumo com o que há de diferente e novo no mercado (SCHUMPETER, 1997). Quem realiza a inovação exerce, partindo de uma boa ideia, a transformação do mundo que o rodeia, seja pelo aspecto econômico, social ou pessoal (AUDY, 2017).

Para Etzowitz e Zhou (2018), as interações mútuas entre as universidades, indústria e governo, fomentando a inovação, são fatores de destaque para o crescimento econômico e desenvolvimento social, que se baseiam em conhecimento. Essa relação tríplice permite moderar as possibilidades de conflitos e interesses individuais.

Com o intuito de estabelecer a participação do cidadão no processo de inovação, ao considerá-lo como participante ativo desse processo, estabelece-se a quádrupla hélice, possibilitando a sociedade ser um agente colaborador com ideias inovadoras que atendam às suas necessidades (ROMAN *et al.*, 2020).

Mas, é a partir de uma perspectiva ampliada, que se posiciona a necessidade de uma estrutura que caracteriza o desenvolvimento econômico e social envolvido pelas interações das inovações tecnológicas. A democracia e a ecologia participam do sistema como constituintes do processo de construção da inovação; a quintupla hélice é formada (CARAYANNIS; CAMPBELL; GRIGOROUDIS, 2021).

No modelo da quintupla hélice há a inclusão do meio ambiente como um olhar da sociedade que anseia por soluções sustentáveis (LARA *et al.*, 2021). Nesse modelo, são atores do processo a sociedade, o ambiente, o governo, a empresa/indústria e as universidades.

Para Kholiavko *et al.* (2021), a hélice quintupla permite que sejam analisadas as mudanças nos papéis desempenhados pelos diversos setores da sociedade dentro do processo de mudança para a sustentabilidade. Além disso, pode promover áreas de interesse comum entre as partes que, observando o conceito de desenvolvimento sustentável, permitem a transferência de conhecimento entre os atores envolvidos, fazendo o sistema econômico gerar inovação.

Dentro do processo de inovação, a participação de vários atores com um mesmo objetivo agrega valor à perspectiva de desenvolvimento social. Entender que a busca de investimentos para ocorrer mudança social é o começo para reconhecer as necessidades futuras e as soluções possíveis a fim de dirimi-las (GOMEZ; CORREIA; OLIVEIRA, 2017). A quintupla hélice identifica atores (universidades, empresas, governo e sociedade) e como se relacionam em um sistema de inovação observando o contexto da sustentabilidade (SANTOS *et al.*, 2016). A partir dessa perspectiva, a participação de atores sociais, aliados a instituições governamentais, agrega atributos à inovação social, promovendo o desenvolvimento sustentável (KHOLIIVKO *et al.*, 2021; GRUNDEL; DAHLSTRÖM, 2016).

Esse modelo favorece o entendimento da relação entre conhecimento e inovação no processo de desenvolvimento pautado na sustentabilidade (GRUNDEL; DAHLSTRÖM, 2016). Kholiavko *et al.* (2021) destacam ainda, no modelo de hélice quintupla, a importância de o setor público ter acesso a informações atualizadas sobre reais necessidades dos cidadãos de um país, através da transferência de conhecimento. Esse conhecimento pode levar à desburocratização do setor público, levando a estabelecer parceria com a sociedade na busca do desenvolvimento sustentável.

Eventos como a pandemia da covid-19, que atingiu todo o mundo a partir do

ano de 2020, são desafios que levam à busca de novos produtos, processos e serviços para que as empresas e/ou indústrias mantenham-se ativas no mercado, e é a inovação que tem devolvido progresso e continuidade a essas organizações. Dados da Confederação Nacional da Indústria (CNI) demonstram que, em 2020, houve diminuição dos investimentos realizados quando comparados aos anos de 2019 e 2018, e essa diferença fica mais evidente quando se compara o percentual de empresas que investiram com o percentual de empresas que investiram conforme planejado: Em 2020, 69% investiram, sendo 43% conforme planejado; já em 2019 foram 74% que investiram e 69% alcançaram o que foi planejado (CNI, 2021).

Dessa forma, uma grande lacuna de oportunidade surge a partir do ano de 2020, quando há a busca por produtos e serviços cada vez mais eficazes, refletindo a contemporaneidade e velocidade com que as coisas se alteram e adaptam-se às novas necessidades humanas. Na perspectiva da indústria têxtil brasileira é necessário utilizar-se de processos inovativos como estratégia mercadológica, para continuar ativo no ecossistema local da cadeia produtiva têxtil, sem deixar de estar inserido no mercado internacional (CALDEIRA; MEDEIROS JR; PEREZ, 2018).

O Brasil, descrito por De Negri (2018) na perspectiva de país pouco inovador, revela muitos gargalos para que haja avanço nesse aspecto. Ainda são incipientes os investimentos em formação de cientistas e pesquisadores, e de infraestrutura básica para o desenvolvimento das pesquisas. Além disso, a implementação de políticas públicas mais inteligentes, que promovam um ambiente econômico voltado para a inovação, poderão permitir que a ciência direcione o caminho do desenvolvimento através da inovação.

Diante disso, estudos que demonstrem perspectivas de caminhos a serem percorridos para que o processo inovativo aconteça, refletindo no crescimento econômico de uma nação, instituem-se como importantes ferramentas de tomada de decisão nas organizações. Utilizar-se de processos sistemáticos de planejamento futuro, a exemplo da Prospecção Tecnológica, que poderá delinear as emergências e o impacto de tecnologias futuras (DE SOUZA; ZAMBALDE, 2018), poderão eliminar lacunas provocadas pela estagnação empresarial, possibilitando saltos produtivos pouco dimensionados.

As prospecções bibliométricas e patentárias reúnem elementos que, juntas, proporcionam uma prospecção tecnológica robusta e identificam fases da inovação

para determinada tecnologia. Para Araújo (2006), o estudo bibliométrico permite identificar padrões que ocorrem em certas áreas através de análises quantitativas. Já com referência à análise de patentes, os estudos prospectivos auxiliam na aplicação da melhor oportunidade para alcance de resultados superiores (PARANHOS; RIBEIRO, 2018).

Paranhos e Ribeiro (2018) enfatizam ainda o quão importante é a utilização ferramental das análises quali-quantitativa da prospecção tecnológica, fornecendo subsídios às organizações na tomada de decisão, elevando o potencial produtivo inovador ao considerar decisões assertivas que colaboram com o seu crescimento.

Bioativos e nanomateriais representam o recorte para a busca desses incrementos na cadeia produtiva da indústria têxtil funcional. O bioativo caracteriza-se por ser substância ou composto natural que apresenta efeitos sobre organismos vivos, podendo gerar mudanças fisiológicas. Alguns bioativos vêm sendo utilizados microencapsulados ou sem tratamento prévio no acabamento têxtil, a exemplo de alguns polissacarídeos e alguns corantes naturais com propriedades antimicrobianas (SILVA, 2018).

A Nanotecnologia pode ser entendida como uma “tecnologia em nanoescala”. Essa ciência agrega conhecimento científico aplicado para produzir, padronizar, manipular e usar materiais em nanoescala (RAMSDEN, 2016). Sistemas derivados da nanotecnologia adquirem propriedades e funções novas e controláveis, quando em escala de 1 a 100 nm, o que pode levar a novos materiais e produtos com propriedades específicas (FECHINE, 2020).

Utilizando-se dos preceitos da inovação na indústria, com o foco de estabelecer no mercado produtos inovadores, a prospecção tecnológica relacionada aos produtos têxteis com uso de bioativos e nanotecnologia é algo atual e amplo, sugerindo olhar atento a diversas oportunidades habitadas nas perspectivas da necessidade humana, sustentabilidade da indústria e do meio ambiente. A utilização de recursos bioativos da biodiversidade brasileira representa uma grande aposta de futuro para a indústria brasileira, mas ainda é necessário romper barreiras tecnológicas e sociais com a percepção de materiais nanotecnológicos.

Estudos prospectivos devem ser contínuos e atualizados. Estudo da Associação Brasileira de Indústria Têxtil (ABIT) sobre o potencial de novos materiais “ubíquos” a serem introduzidos na indústria têxtil elencam bioativos e nanotecnologia como possibilidades futuras de utilização na criação de novos produtos (BRUNO,

2016).

Assim, pretende-se com este estudo responder a seguinte questão: Quais tecnologias estão sendo desenvolvidas com o uso de bioativos e nanomateriais que podem ser utilizadas na indústria têxtil brasileira?

Dessa forma, torna-se relevante estudar e identificar fatores de potencial concorrência, por meio de tecnologias atuais, que estão sendo desenvolvidas e que têm potencial mercadológico, o que poderá diminuir a lacuna da participação do Brasil no seu próprio mercado interno e no mercado internacional.

Para a realização da prospecção tecnológica sobre bioativos e nanotecnologia na indústria têxtil funcional foram selecionadas as publicações mais citadas e as patentes mais relevantes, considerando os critérios de não proteção e não licenciamento no Brasil, os quais serão disponibilizados, por meio de artigo científico, às associações de classe dos têxteis no Brasil, como à Associação Brasileira da Indústria Têxtil (ABIT), Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), Associação Brasileira da Indústria Química (ABIQUM), Associação Brasileira das Indústrias de Não-tecidos e Tecidos Técnicos (ABINT), Associação Brasileira de Produtores de Fibras Artificiais e Sintéticas (ABRAFAS).

Essa pesquisa está dividida em: Introdução, onde se situa o tema e a problemática a ser trabalhada; Justificativa, onde são trabalhados os elementos inovação, aplicabilidade, inovação e complexidade, além de situar a lacuna a ser preenchida com a pesquisa e a aderência ao programa; Objetivos gerais e específicos; Referencial Teórico, subdividido em: Inovação em tempos de crise, Bioativos, nanotecnologia e novos materiais; Biodiversidade brasileira e biotecnologia aplicada aos têxteis; Prospecção tecnológica: perspectivas para a indústria têxtil funcional brasileira; Metodologia com suas etapas e matriz de validação; os Resultados e Discussões e, por fim, as Conclusões.

No Apêndice A constam a descrição do artigo publicado da Revista “Cadernos de Prospecção” e a participação em congressos.

No Apêndice B consta o artigo submetido à revista BASE – Revista de Administração e Contabilidade da Unisinos – de Qualis B1.

Nos Anexos A e B são apresentados, respectivamente, os critérios de submissão da revista e o comprovante de submissão do artigo.

2 JUSTIFICATIVA

Nesta Seção são apresentados os aspectos relacionados à lacuna a ser preenchida pela pesquisa realizada no âmbito do Trabalho de Conclusão de Curso do PROFNIT, bem como aos critérios estabelecidos pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) que caracterizam os produtos técnico e tecnológico – aderência, grau inovativo, complexidade, impacto, aplicabilidade – requeridos pelo Programa.

2.1 LACUNA A SER PREENCHIDA PELO TCC

Em decorrência da escassez de matéria-prima e da necessidade para observar o quão sustentáveis e promotores de soluções são os produtos inseridos pelo mercado da indústria têxtil no Brasil, o estudo prospectivo de tecnologias voltadas para a indústria têxtil funcional com o uso de bioativos e nanotecnologia, permite compreender possibilidades contemporâneas para problemas que atingem boa parte do mundo.

No Brasil, em meio a sua grande biodiversidade, possíveis ativos que tragam inovação ao mercado de têxteis funcionais pode ser a solução para alavancar uma produção industrial engolida por grandes nações como China e Estados Unidos da América.

Apesar de haver tratamentos e processos aplicados aos têxteis, considerando o seu impacto ambiental, é possível verificar o que já existe em desenvolvimento nos processos industriais que gerem novos produtos com menor quantidade de matéria-prima utilizada e causem menor impacto ambiental.

2.2 ADERÊNCIA AO PROFNIT

O estudo apresenta grande aderência ao Programa de Pós-graduação PROFNIT, uma vez que se trata da análise de dados (produções científicas preexistentes) referente à gestão de produtos/processos inovativos sobre têxteis funcionais com bioativos e/ou nanotecnologia como auxílio à tomada de decisão a um importante grupo de vetor de crescimento do nosso país que é a indústria têxtil, gerando impacto também para a sociedade.

2.3 IMPACTO

A prospecção tecnológica de produtos e/ou processos utilizando bioativos e nanomateriais para serem incorporados no mercado da indústria têxtil funcional abrirá possibilidades de negócios emergentes compatíveis com a realidade atual. O caminho aqui apresentado poderá servir de subsídios para a tomada de decisão de indústrias brasileiras e colaborar com os direcionamentos e posicionamentos de órgãos de classe e associações, como a ABIT, ABDI, ABIQUIM, ABINT e ABRAFAS, na perspectiva de futuras ações que alavanquem a evolução da área de negócio a eles vinculada.

Tal demanda surgiu de olhar apurado sobre necessidades emergentes relacionadas à crise causada pela pandemia da covid-19, resultando na busca de soluções que atendam à sociedade e tenham concomitância com as perspectivas de evolução na produção inovativa das indústrias.

Desta forma, têm-se perspectivas de impacto social e empresarial, uma vez que a inserção de novos produtos com a utilização de bioativos e de nanomateriais no mercado fomenta a indústria em sua produção sustentável, além de atender às novas necessidades criadas a partir do emergente mercado gerado por crises econômicas.

2.4 APLICABILIDADE

Esse item revelar-se-á em:

a) Identificação de lacunas de mercado não preenchidas com tecnologias relacionadas à temática têxteis funcionais;

b) Caracterização de cenários inovativos para a cadeia produtiva têxtil brasileira através do cruzamento de dados da prospecção tecnológica, relacionando com produtos que já estão no mercado.

c) Comparação de produções bibliográficas e tecnologias já protegidas como base para novas prospecções tecnológicas como critério para verificar suas potencialidades.

2.5 INOVAÇÃO

A inovação se dá ao empreender mudança em algo que já existe ou criação de algo totalmente novo, compreendendo soluções para questões preexistentes.

O estudo apresenta grau inovativo relevante de teor médio, uma vez que não há no escopo pesquisado, até o momento, estudos prospectivos específicos para as tecnologias em tecidos funcionais com o uso de bioativos e nanotecnologia com olhar direcionado para as possíveis áreas de atuação para a indústria na inserção de novos produtos.

2.6 COMPLEXIDADE

Trata-se de uma pesquisa com complexidade média, onde se utilizará prospecção bibliométrica, patentária e estudo tecnológico, mas que poderá trazer uma nova forma de pensar ao processo produtivo de têxteis funcionais para o Brasil.

Compreender a relação de ativos de propriedade industrial e a sua não colocação no mercado para atender aos anseios da sociedade traz um olhar crítico sobre a produção de novas tecnologias sem o caráter próprio da inovação como agente de transformação social.

Essa relação proporcionará descrever ambientes de inovação em pontos de vista diferentes e suas correlações aplicáveis ao atendimento das necessidades humanas mais emergentes.

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar as potencialidades aplicadas aos têxteis funcionais com uso de bioativos e nanotecnologia na indústria têxtil, a partir de um estudo prospectivo tecnológico.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar as pesquisas inovadoras com o uso de bioativos e nanomateriais aplicadas à cadeia produtiva da indústria têxtil;
- Analisar as tecnologias relacionadas aos têxteis funcionais que mais evoluíram e que possuem maior aplicabilidade para comercialização, identificando as patentes mais relevantes, cujas tecnologias não tenham sido protegidas no Brasil;
- Identificar nichos de mercado para a indústria têxtil funcional com uso de tecnologias relacionadas aos bioativos e nanomateriais.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta Seção apresenta uma revisão da literatura, realizada através da pesquisa bibliográfica, que envolveu a temática da inovação na indústria têxtil. Foram abordadas questões relativas à inovação nos tempos de crise, os aspectos relacionados à biotecnologia, à produção de novos materiais e à importância da Prospecção Tecnológica para que a inovação aconteça na indústria têxtil.

4.1 INOVAÇÃO EM TEMPOS DE CRISE

As crises são molas propulsoras para gerar inovação e progresso tecnológico. Observa-se uma relação importante entre crises financeiras, como a ocorrida em 2008, e o crescimento econômico que acontece através da inovação (HARDY; SEVER, 2021).

Crises como a que foi iniciada em todo mundo, no ano de 2020, quando o vírus SARS-CoV-2 tornou-se pandêmico, trouxe um olhar urgente para a necessidade de inovação, seja para enfrentar as exigências clínicas da pandemia e promover a melhoria da utilização das ferramentas de aprendizagem virtual (WOOLLISCROFT, 2020), ou para trazer fôlego a uma economia que não tinha elementos de sustentabilidade (LEHMANN *et al.*, 2021). Crises como essas, que se estabelecem como uma tripla crise (ambiental, sanitária e econômica), ao serem vivenciadas junto a problemas preexistentes, evidencia a necessidade de não continuidade no modo de produzir pautado nas desigualdades sociais e econômicas, o que colabora com um processo de destruição ambiental e mudança climática (CROCCO; FEIL, 2020).

As crises ambientais revelam a necessidade de um olhar direcionado à capacidade de inovação social com a participação de vários atores, buscando a sustentabilidade financeira e ambiental através da inovação (DANDOLINI *et al.*, 2020).

A inovação é um processo incessante, promovendo-se a partir de uma mudança implementada que gera transformação. Para Schumpeter (1997), é através da inovação que são introduzidos novos produtos/serviços no mercado, que gera o crescimento econômico promovido pela sociedade consumidora que os necessitam.

Através da inovação, um parâmetro de crescimento pode ser utilizado para

verificar o desenvolvimento de uma organização ou de um lugar (SCHUMPETER, 1997; CANCI, 2021). Inovar é criar novos produtos/processos ou aprimorá-los, mas, para que esse produto/processo seja considerado inovação, se faz necessário a introdução deste no mercado por uma empresa, o que confirma a importância do agente econômico como atuante no ato de inovar (DE NEGRI, 2018).

Definindo inovação pelo Manual de Oslo (OCDE, 2018, p. 20), tem-se:

Uma inovação é um produto ou processo novo ou melhorado (ou combinação deles) que difere significativamente dos produtos ou processos anteriores da unidade e que foi disponibilizado para usuários em potencial (produto) ou colocado em uso pela unidade (processo).

A necessidade de implementação do uso da novidade difere a inovação de um simples invento, tornando a inovação uma novidade com utilidade. E, através da difusão e de como são aceitas essas inovações, os impactos econômicos e sociais começam a surgir (OCDE, 2018).

A capacidade de inovação e sua contínua busca por novas capacidades é proporcional ao crescimento econômico de diversos setores da economia (CANCI, 2021; ALMEIDA; MONTE; GRASSI, 2020), o que a leva a ser reconhecida como causa de desenvolvimento econômico de uma nação (PONTES; GENUINO, 2019).

A inovação tecnológica é entendida como fator principal que determina sucesso para empresa ou indústria na sua área de atuação, quando se observa o cenário econômico, ampliando as perspectivas de manutenção e ampliação dos valores recebidos por sua comercialização (SCHUMPETER, 1997; PONTES, GENUÍNO, 2019; SANTOS, 2020).

Para que o processo de inovação aconteça com maior participação dos atores envolvidos neste caminho para o crescimento sustentável, é imprescindível a participação do governo com políticas públicas atuais e emergentes que atendam às particularidades do presente. Economias emergentes possuem empresas com maiores restrições financeiras, o que, mesmo com a inovação, podem encontrar obstáculos em seu desempenho (NEMLIOGLU; MALLICK, 2021). Políticas públicas com critérios para isenções fiscais relacionados à inovação têm sido um fator impulsionador para práticas inovativas nas organizações. A inovação deve ser considerada além de uma criação para dar sustentabilidade financeira a uma organização, deve ser também canal para melhorias constantes e geradoras de

mais conhecimento (ARAÚJO; DA SILVA; RADOS, 2017).

Para Schumpeter (1997), o sonho e o desejo de criar, o desejo de conquistar, e a alegria de fazer as coisas, constituem estímulos para a manutenção e continuidade de uma empresa. Sendo o primeiro estímulo considerado o único para manter a instituição operante, os dois últimos não sugerem ganhos por inovação econômica, já que seriam protegidos por outros arranjos sociais. E é a descontinuidade do que já está estabelecido, através da incorporação de um novo produto ou processo, que se dá a inovação (SCHUMPETER, 1997; AGUIAR *et al.*, 2020).

Estabelecer arranjos periódicos para haver políticas públicas voltadas para o setor têxtil e concessões tributárias que favoreçam a inovação em períodos de crise (MARQUES, 2021), torna-se uma via de acesso para alavancar o processo de inovação voltado a situações emergentes. Porém, é preciso compreender o quanto essas concessões, apesar de aumentarem o registro de patentes e os recursos por elas geradas, levam a diminuição da qualidade dos processos inventivos e seus registros (GARCEZ JR.; ELOY; SANTOS, 2021).

Para tanto, faz-se necessário compreender conceitos elementares relacionados ao tema da pesquisa, como bioativos, nanotecnologia e novos materiais, verificando como se relacionam.

4.2 BIOATIVOS, NANOTECNOLOGIA E NOVOS MATERIAIS

Para Idumah, Ezika e Enwerem (2021) os compósitos (composição de dois ou mais materiais) com propriedades atribuídas aos bioativos e nanomateriais têm adequadas condições para aplicações na biomedicina. A junção de fibras naturais, com extratos de plantas e outras substâncias aumentam a capacidade antimicrobiana dos tecidos, mas ainda carece de estudos futuros. Da constante pesquisa desses produtos, poderão advir materiais personalizados e capazes de trazer melhores perspectivas de combate, por meios não farmacológicos, a processos epidêmicos causados por agentes biológicos, a exemplo do causado pelo vírus SARS-CoV-2 da covid-19 (HAMID; MIR; ROHELA, 2020).

4.2.1 Bioativos

Composto por duas palavras, *bio* e ativo; o termo 'bioativo' refere-se à vida, através do prefixo *-bio*, e 'em atividade' pelo termo ativo. No entanto, quando tratado cientificamente, o termo bioativo significa 'biologicamente ativo' (GUAADAOU, 2014).

Para Frank *et al.* (2020), um composto bioativo está baseado em uma atividade biológica e faz referência a componentes derivados de plantas ou de animais que apresentem atividade em sistemas biológicos, como em homens e animais, sendo ela benéfica ou não. Quando considerados responsáveis por mudanças no estado de saúde, os compostos bioativos podem não ser considerados nutriente, mesmo contidos em alimentos ou em elementos que constituem esses alimentos (GUAADAOU, 2014).

Outra definição para compostos bioativos os caracterizam como compostos que se encontram na natureza, fazendo parte da cadeia alimentar e que podem ter efeitos sobre os seres vivos, causando alterações fisiológicas (SILVA, 2018; SILVA; PINHEIRO, 2021). Estes compostos bioativos podem apresentar estruturas moleculares variadas, que produzem o efeito terapêutico dos produtos retirados da natureza (SILVA; PINHEIRO, 2021).

Originários de forma natural de plantas, algas, alimentos ou produzidos sinteticamente, os compostos bioativos podem interagir com um ou mais componentes de tecidos vivos, produzindo uma ampla quantidade de efeitos, dentre eles muitos positivos. Alguns desses compostos possuem potencial antibiótico, antioxidante, além de anticancerígeno (ESSIEN; YOUNG; BAROUTIAN, 2020).

Diversos estudos apontam para o uso de substâncias bioativas na indústria têxtil com intenção de uso hospitalar. Encontram-se bioativos em plantas como *nim*, *guar*, algodão de seda (JAMSHAD *et al.*, 2021), árvore do chá, feijão azuki, *aloe vera*, folhas de *tulsi*, óleo de cravo, casca de romã, cúrcuma, óleo de eucalipto, casca de cebola com propriedades antimicrobianas (MURUGESH BABU, RAVINDRA, 2015), e em algas marinhas (JANARTHANAN; KUMAR, 2018), com características presentes nos materiais têxteis que elevam as propriedades antioxidantes, antimicrobianas, anti-inflamatórias, anticoagulantes, antitumorais e biodegradáveis desses materiais (JANARTHANAN; KUMAR, 2018).

Outros exemplos de uso de bioativos em têxteis podem ser considerados,

quando da síntese de compostos que favorecem a utilização de outros ativos que se estabelecem com propriedades funcionais nos têxteis, a exemplo da associação de *Pleurotus ostreatus cepa* à lacase, enzima oxidativa que funciona como biocatalisador com função de degradar e sintetizar corantes biodegradáveis e atóxicos para serem utilizados na indústria têxtil N15 (Novo corante laranja ecologicamente correto) (WLIZŁO *et al.*, 2020).

Para Costa (2018), as plantas consideradas medicinais produzem compostos que vão além do seu processo de crescimento e desenvolvimento (metabólitos primários), podendo servir como fitofármacos, ou gerar novas substâncias com funções farmacológicas ou toxicológicas. Esses compostos bioativos são produzidos como metabólitos secundários. Apesar de não haver congruência na comunidade científica sobre a classificação dos bioativos, as diferentes classes podem ser agrupadas e divididas em três categorias maiores, conforme Quadro 1.

Quadro 1 - Classificação de Bioativos e suas funcionalidades

Categoria	Características	Exemplos de compostos bioativos presentes	Funcionalidades
Terpenos	Maior classe de metabólitos secundários; Encontrados em abundância na natureza; Geralmente insolúveis em água.	Ácido abscísico Ácido oleanólico Pinitol, Ácido ursólico, etc.	Repelente de insetos Antimicrobiana Anti-inflamatória
Alcaloides	Existem cerca de 15.000 tipos diferentes; Contém nitrogênio; Encontra-se em 20% das plantas vasculares.	Berberina Cafeína Tetrandrina Piperina, etc.	Anti-hiperglicêmica Anticancerígena Antimicrobiana
Compostos fenólicos	Grupo que compreende cerca de 10.000 tipos de compostos; Podem ser solúveis em solventes orgânicos, em água, ou ainda insolúveis.	Resveratrol Quercetina Rutina Curcumina Apigenina, etc.	Antioxidante Anti-inflamatória Antimicrobiana

Fonte: Desenvolvido pela autora a partir de Costa (2018) (2022)

Alguns bioativos vêm sendo utilizados microencapsulados ou sem tratamento prévio no acabamento têxtil, a exemplo de alguns óleos essenciais, alguns polissacarídeos e alguns corantes naturais com propriedades antimicrobianas (DRIDI *et al.*, 2021; SILVA, 2018).

A tecnologia de microencapsulamento já é utilizada para incorporação de bioativos aos têxteis, seja para encapsular fragrâncias e aromas (PERINELLI *et al.*, 2020), ou para acrescentar outras funcionalidades. O microencapsulamento consiste

em um processo onde partículas minúsculas estão envolvidas por um revestimento formando cápsulas (JYOTHI, 2012), e permite alcançar algumas funcionalidades em revestimentos têxteis, como efeitos inseticidas e repelentes de insetos, liberação prolongada de fragrâncias, propriedades antimicrobianas e efeitos médicos ou cosméticos especiais (PODGORNIK, ŠANDRIĆ, KERT, 2021).

A multifuncionalidade esperada nos materiais têxteis também pode ser obtida com microencapsulamento de polímeros que respondem a estímulos no uso medicinal (ATANASOVA; STANEVA; GRABCHEV, 2021; NGUYEN *et al.*, 2021). O encapsulamento é utilizado com a intenção de preservar as propriedades funcionais dos bioativos, desde o aumento da biodisponibilidade, estabilidade química e de temperatura, até volatilidade e controle de liberação destes bioativos. Porém, a depender dos poros dos tecidos a serem submetidos ao encapsulamento de substâncias, há a necessidade de utilização de partículas ainda menores. Utiliza-se então o nanoencapsulamento, o que favorece ainda mais a bioatividade, solubilidade e biodisponibilidade dos bioativos microencapsulados (PISOSCHI *et al.*, 2018).

4.2.2 Nanotecnologia e novos materiais

Apesar da complexidade das nanotecnologias, suas dúvidas, indagações e incertezas científicas, atreladas às promessas de bom uso dessa tecnologia, a nanotecnologia se apresenta ainda na busca de alternativas regulatórias diante a ausência legislativa específica em países como o Brasil (ENGELMANN; HOHENDORFF; LEAL, 2018).

O termo 'nano' tem origem grega e significa "anão". Esse prefixo é utilizado na ciência para identificar uma parte em um bilhão, sendo então um nanômetro (1 nm) um bilionésimo de um metro. Nanociências e nanotecnologias são termos que se referem ao estudo e aplicações tecnológicas que possuam, pelo menos, uma de suas dimensões físicas menor ou igual a algumas dezenas de nanômetros (MELO; PIMENTA, 2010).

A área de pesquisa que permite o estudo e a produção de uma grande quantidade de materiais com dimensão inferior a 100 nm é então denominada de nanotecnologia (SALEH, 2020).

Já os nanomateriais (NMs) são substâncias químicas, compostos ou materiais que possuem dimensão bem pequena, numa escala de 1-100 nanômetros

(nm). Os nanomateriais apresentam diferentes propriedades físicas segundo o seu tamanho ou forma (SALEH, 2020; RAMSDEN, 2016). Os nanomateriais são formados de nanopartículas (nps), classificadas por suas dimensões e formas dentro da nanoescala, dentre eles destaca-se os nanomateriais de base biológica como promissor material para indústria têxtil (KRIFA; PRICHARD, 2021).

Ainda há na literatura uma discussão acerca dos termos associados aos nanomateriais, diante sua complexidade. Alguns pesquisadores utilizam o termo nanomaterial se considerados alguns nanômetros ou menor que algumas dezenas de nanômetros, outros, porém, utilizam o termo para o tamanho menor que um micrômetro (1000 nanômetro) (BAIG; KAMMAKAKAM; FALATH, 2021).

A nanotecnologia, nas últimas décadas, tem ganhado destaque, já que, a partir dela, novos produtos e processos estão sendo aplicados na área industrial, trazendo oportunidades de desenvolvimento econômico (FECHINE, 2020). Estudos têm se revelado promissores para o uso de nanotecnologia em muitas áreas, inclusive as que influenciam nas tecnologias aplicadas à defesa (AMARAL *et al.*, 2019).

As aplicações para os nanomateriais têm crescido ao longo dos anos e atingem diversas áreas: medicina (SAXENA *et al.*, 2020), medicina veterinária (EL SAYED, KAMEL, 2020), agricultura sustentável (USMAN *et al.*, 2020), mercado de alimentos (DERA; TESEME, 2020), cosméticos (FYTIANOS; RAHDAR; KYZAS, 2020), eletro-eletrônicos (CHETHIPUZHA; ABRAHAM, KALARIKAKAL, 2021), defesa e energia (AMARAL *et al.*, 2019), dentre outras.

Na indústria têxtil há uma grande oportunidade para a funcionalização de tecidos (ROMAGNOLI *et al.*, 2020), porém ainda há uma grande lacuna entre o que se tem de potencial em nanotecnologia sendo pesquisado e o que há no mercado consumidor para as possibilidades que a inovação da nanotecnologia apresenta (KRIFA; PRICHARD, 2021),

Nas áreas de esportes, há pesquisas associando a tecnologia dos sensores vestíveis nanotecnológicos à biomecânica dos atletas para o aumento de suas *performances* (SHALABY; SAAD, 2020; MITEVA, 2021). Outras áreas, como a da saúde, são também promissoras, como demonstram as pesquisas em têxteis inteligentes ecológicos (SHAHID M.; SHAHID-UL-ISLAM; MOHAMMAD, 2013; ROMAGNOLI *et al.*, 2020), com bionanocompósitos em aplicações biomédicas (KURAKULA; KOTESWARA RAO, 2020; IDUMAH; EZIKA; ENWEREM, 2021), e na

busca por alternativas no combate a vírus como o SARS-CoV-2 (HAMID; MIR; ROHELA, 2020).

Os nanomateriais podem ser sintetizados por alguns métodos de abordagem, os principais são: de cima para baixo (*top down*) e de baixo para cima (*bottom up*). Quando utilizada a abordagem de cima para baixo, os materiais são divididos para chegar na produção de materiais nanoestruturados, destacando-se os métodos fresagem mecânica, ablação a laser, pulverização catódica e eletroexplosão (BAIG; KAMMAKAKAM; FALATH, 2021). Não menos importante, tem-se o método de eletrofiação, geralmente utilizado para produzir nanofibras; é considerado um dos mais simples métodos *top-down* para desenvolver materiais nanoestruturados (BAIG; KAMMAKAKAM; FALATH, 2021, SHAHRIAR *et al.*, 2019).

Os métodos com abordagem de baixo para cima (*bottom-up*) baseiam-se na estabilidade dos sistemas através de átomos e moléculas, e na sua auto-organização (MARCONE, 2016). Destacamos os métodos de decomposição química de vapor, solvotérmicos e hidrotérmicos, sol-gel, modelagem *soft* e *hard*, e micela reversa (BAIG; KAMMAKAKAM; FALATH, 2021).

Observando o cenário de novos produtos empregando a nanotecnologia, há registros de 9799 produtos gerados por 2970 companhias em 64 países com a utilização da nanotecnologia. As áreas de eletrônicos e medicina se destacam com a maior quantidade de produtos, 1919 e 1169 unidades, respectivamente. A área têxtil também tem participação expressiva com 837 produtos, sendo que destes 122 produtos são classificados como fibras, fios e tecidos, 157 têxteis esportivos, e 14 como têxteis técnicos (STATNANO, 2022).

Os novos materiais são definidos pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) como materiais que possuem propriedades capazes de gerar novos produtos, soluções ou processos com grande capacidade de aumentar ou introduzir funcionalidades aos produtos tradicionais (BRASIL, 2021).

Nanopartículas que potencializam as funcionalidades de bioativos em novos materiais têm sido um desafio para pesquisadores (FECHINE, 2020). Os bionanocompostos são uma aposta para o futuro da sustentabilidade de materiais como eletrodos descartáveis (MORO *et al.*, 2019) e de inovações em bionanomateriais responsivos na medicina (SHAH; FRAZAR; HILT, 2020) e de outras áreas de estudo. Na indústria têxtil, nanofibras com base biológica, renovável e biodegradável, apresentando propriedades multifuncionais, têm sido pesquisadas

como um bionanocomposto a ser introduzido como aditivo em fios de viscose, levando o produto final a ter propriedades antimicrobianas (KOKOL *et al.*, 2021).

Destaca-se ainda os têxteis eletrônicos que têm evoluído em sua gama de aplicações, a exemplo de sensores de detecção humana, como o utilizado no tecido seda com o revestimento de grafeno que, além de ser multifuncional, é considerado ecologicamente correto (WANG *et al.*, 2020).

O grafeno vem sendo utilizado no desenvolvimento de novos produtos e materiais. Esse nanomaterial, composto de uma camada de carbonos, possui muitas propriedades que vêm sendo exploradas, como a alta resistência, boa condutora térmica e elétrica (MITTAL *et al.*, 2020)

Já se faz necessário a regulamentação do uso dos compostos bioativos e suas conexões. A biodiversidade brasileira é ampla e necessita desse olhar especial.

4.3 BIODIVERSIDADE BRASILEIRA E BIOTECNOLOGIA APLICADAS AOS TÊXTEIS

Dono de uma variedade biológica imensa, o Brasil possui grande diversidade genética vegetal, permitindo a obtenção de muitos produtos, utilizando bioativos empregados como matéria-prima em indústrias. O Brasil tem se posicionado em destaque econômica e geopoliticamente em virtude das suas riquezas naturais. Para tanto é importante valorizar o estudo de produtos naturais, e seus bioativos passíveis de gerar valor e sustentabilidade para as empresas brasileiras (CAMARGO *et al.*, 2021).

Tradicionalmente, tem-se a bioeconomia como atividade de comércio de alimentos e produtos da floresta e têxteis naturais de algodão e lã. Outros produtos oriundos de processos biotecnológicos e medicamentos naturais, hoje aprimorados pela ciência, representam a bioeconomia moderna (SILVA; PEREIRA; MARTINS, 2018).

A bioeconomia resulta do desenvolvimento de produtos pertencentes à biodiversidade e que surgem das diversas áreas do conhecimento, indo desde as ciências básicas, as ciências aplicadas, até às áreas tecnológicas (WILLERDING *et al.*, 2020). Grande marco da Organização das Nações Unidas (ONU) sobre Meio Ambiente, a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) (1992/2000), conceitua

biotecnologia como “qualquer aplicação tecnológica que utilize sistemas biológicos, organismos vivos, ou seus derivados, para fabricar ou modificar produtos ou processos para utilização específica” (BRASIL, 2000, p. 24).

O termo biotecnologia, assim como biodiversidade, é considerado termo novo (SCUR; GIMENEZ; BURGEL, 2020). Ainda em evolução, a biotecnologia compreende novas metodologias e práticas científicas abrangentes (FLORES; CORRÊA, 2017), requerendo marco regulatório bem delineado e pragmatizado como diretriz para o avanço de estudos de novos organismos ou materiais em uma diversidade biológica como a do Brasil.

O Brasil é um país que possui a maior biodiversidade do planeta. Apesar de ser um país em desenvolvimento, essa particularidade permite ao Brasil estar bioeconomicamente em vantagem em relação a outros países, uma vez que apresenta grande extensão territorial e agricultura tropical avançada, pautada no desenvolvimento tecnológico, agregando possibilidades na produção de novos produtos à base de bioativos (DIAS; CARVALHO FILHO, 2017).

As pesquisas relacionadas à biodiversidade brasileira e seus desdobramentos ganharam novo fôlego com a nova Lei da Biodiversidade (2015) e o Decreto n.º 8.772 (BRASIL, 2015) que a regulamenta. Com esse marco legal, percebe-se o desejo do Brasil em investir na pesquisa de inovação a partir da biodiversidade brasileira. O acesso facilitado ao estudo do patrimônio genético e do conhecimento tradicional associado para fins de pesquisa e desenvolvimento é claramente notado nos artigos 1º, 2º, 6º, 11º e 17º da Lei n.º 13.123 (BRASIL, 2015), o que antes, na Medida Provisória n.º 2.186-16 (BRASIL, 2001), exigia cadastro prévio para realização da pesquisa científica com preocupação maior na biopirataria, como uma prática de exploração comercial de material genético natural ou bioquímico, principalmente obtidos por patentes que limitam seu uso futuro (AMARASINGHE, 2018), e na divisão de benefícios equitativamente.

A Lei da Biodiversidade (BRASIL, 2015) surge então para simplificar a pesquisa com foco na biodiversidade, o cadastro da pesquisa é realizado através de um sistema e o pesquisador recebe uma autorização quando da sua exploração econômica.

Para Shiraishi Neto, Ribeiro e Rabêlo (2018), a Lei n.º 13.123 (BRASIL, 2015) pode ser considerada promotora da legalização da biopirataria, uma vez que traz elementos que tratam com excepcionalidade aspectos de proteção e justa divisão de

benefícios relacionados a potenciais descobertas da biodiversidade brasileira aplicada ao comércio e industrialização. Nesse caso, uma regulamentação que tende a beneficiar as indústrias e o agronegócio. Porém, há de se lembrar de que a sustentabilidade dos recursos naturais biodiversos depende da sua perpetuação, o que nos permite caracterizar como uma legislação inteligente àquela que atenda a todos os atores envolvidos no processo que a lei pretende proteger e facilitar o acesso.

Há um grande olhar mundial sobre o que a biodiversidade pode trazer de novo para a produção de novos produtos e o Brasil, apesar de encontrar-se na área de maior biodiversidade do universo, não consegue, ainda, ter controle de pesquisas e usos de todas as substâncias oriundas de nosso território. Estar em consonância com as grandes potências mundiais se faz necessário, porém as regras internas precisam ser claras e objetivas para que o que for pesquisado e produzido aqui seja utilizado também pelos brasileiros.

Para a indústria têxtil é de extrema importância que haja legalidade e aceitação de todos os movimentos sociais nas inovações inseridas em seus produtos. Não há como perpetuar modelos de negócios e produtos que não estejam alinhados às novas perspectivas humanas de bem-estar para si e com o ambiente. Uma lacuna existe no mercado, sendo preciso ter habilidades multidisciplinares para que esses objetivos sejam alcançados sem a necessidade de retirar de outros atores direitos e benefícios já intrínsecos.

A partir de 4 de março de 2021, o Brasil passou a ser o 130º país a ratificar a sua participação no protocolo de Nagoya, um acordo internacional cujo objetivo é repartir os benefícios da utilização de recursos genéticos e conhecimento tradicional equitativamente (válido para os países membros do CDB), marco importante para o avanço da proteção intelectual sobre as pesquisas e desenvolvimento da biodiversidade brasileira (PIMENTA; BIN; SALLES FILHO, 2021).

Com o Brasil fazendo parte desse acordo, eleva-se a possibilidade de nosso país tornar-se protagonista da biodiversidade como alavancadora do crescimento econômico, uma vez que o país apresenta múltipla diversidade biológica e muitos caminhos a serem explorados, ao tornar-se soberano sobre as suas descobertas e conhecimentos preexistentes (CNI, 2020). Em contrapartida, os outros países que decorrem de utilização de ativos oriundos da biodiversidade brasileira terão de seguir normas internas do país, suscitando a importância de leis e normativas

suplementares cada vez mais claras a respeito de proteção intelectual e exploração comercial, buscando a equidade na divisão de benefícios monetários e a ética nas pesquisas desenvolvidas.

Em documento do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) que divulga os Indicadores de Propriedade Industrial no Brasil, observa-se o grande interesse em pedidos de patentes depositadas para a área de biotecnologia, ficando em 4ª colocação para os pedidos de patentes depositados para o ano de 2018. Um fator que chama a atenção refere-se à expressiva diferença entre os depositantes não residentes e aqueles residentes em nosso país (INPI, 2020).

4.4 PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA: PERSPECTIVAS PARA A INDÚSTRIA TÊXTIL FUNCIONAL BRASILEIRA

A inovação na indústria pode ocorrer em diversos graus. Quando há a busca pelo máximo da inovação, tem-se a inovação radical; se há a busca pelo mínimo, chama-se inovação incremental (TIRONI; CRUZ, 2008).

Ainda para Tironi e Cruz (2008), define-se inovação radical aquela que baseia-se em uma novidade tecnológica ou mercadológica, levando a criação de um novo mercado, enquanto a inovação incremental define-se por inovações que acrescentam melhoramentos em produtos e/ou processos já existentes.

Um dos parâmetros para medir a evolução de uma indústria, país ou região advém da capacidade do processo de inovação que o alimenta. Estratégias corporativas e fontes de informação são fatores que influenciam no processo de Inovação Tecnológica de Produtos e Processo (TPP) em uma empresa (OCDE, 2006). A inovação surge das novas necessidades dos consumidores, promovendo a pressão por realizá-la. Porém, é quem produz que inicia o processo de alteração da economia, levando os consumidores a se educarem para o consumo (SCHUMPETER, 1997).

Ainda há muitos entraves para o Brasil tornar-se um país considerado inovador, dentre eles a formação continuada de cientistas e pesquisadores, aliado a uma conjuntura econômica favorável à inovação. Grande parte desses entraves pode ser extinguível quando se considera a formulação de políticas públicas coerentes (DE NEGRI, 2018). Para Bufrem, Silveira e Freitas (2018), as políticas públicas representam um conjunto de decisões e medidas que são realizadas a

partir de prioridades estabelecidas, não somente pela ação do estado, mas do contexto social do momento em que se vive.

Com o aumento da inovação tecnológica, tem se percebido a mudança do mundo atual, e esse é o aspecto primordial que influencia o progresso econômico e social de vários países; e um dos instrumentos que podem estimular essa inovação tecnológica chama-se incentivo fiscal (BORNIA; ALMEIDA; DA SILVA, 2020). Incentivos fiscais levam à redução do custo da inovação, uma vez que estimulam a criação de produtos com maior grau inovativo (SANTOS; RAPINI; MENDES, 2021).

De forma reversa, a necessidade de novos cenários futuros estabelece a indispensável preocupação com o fortalecimento da pesquisa e desenvolvimento da indústria têxtil no Brasil. Essa indústria vem sendo identificada tradicionalmente como de baixa intensidade tecnológica, mas tem chances de caminhar em direção à elevação do uso de ciência e tecnologia se estiver alinhada aos preceitos do futuro tecnológico e da indústria 4.0. (BRUNO, 2016, CARVALHO *et al.*, 2021).

Bruno (2016) pontua um leque de oportunidades futuras para a indústria têxtil brasileira, em um universo temporal de 15 anos. Ao traçar perspectivas de utilização de novas tecnologias até o ano de 2030, a inovação dos processos tecnológicos da indústria 4.0, com o uso de materiais inovadores que permitem transformar fibras têxteis em artigos funcionais e inteligentes, é destacada.

Para Monteiro (2020), o momento é de avaliar as oportunidades que surgem a partir da incorporação da indústria 4.0 no seu processo como uma mudança bem-sucedida quando observadas as transformações digitais e sustentáveis. Uma indústria é considerada inteligente quando consegue ser operada de qualquer lugar (SAMIR *et al.*, 2018).

Em estudo de sondagem de inovação referente ao 3º Trimestre de 2019, a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) em parceria com a Fundação Getúlio Vargas (FGV), classificou a indústria têxtil brasileira de acordo com parâmetros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) como de baixa intensidade tecnológica (ABDI, 2019).

Outro aspecto a ser considerado se refere às oportunidades do processo de inovação que a indústria têxtil pode se inserir, o que faz preencher lacunas preexistentes através de produtos/processos novos disponibilizados à população. Pesquisa realizada no sul de Minas Gerais aponta para maior crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) em áreas que há uma maior formalização de processos

de inovação, consequência da criação de novos produtos/processos (VIVALDI; PORTUGAL JR.; CAMARINI, 2021).

Na segunda metade do século XIX, com a expansão do capitalismo e o avanço da revolução industrial, houve maior necessidade de acelerar a produção industrial em menor tempo, o que favoreceu o aumento das invenções relacionadas às máquinas. Em um primeiro momento da Revolução Industrial, entre o fim do século XVII e o início do século XIX, as inovações eram mais relacionadas às máquinas têxteis e uso de carvão e minério de ferro; houve aí uma transição da fase artesanal de produção para a fase industrial (MARINHO, 2019).

A partir da segunda fase da Revolução Industrial, há um aumento da atividade inventiva, objetivando o aumento da produção. Entendendo como solução a uma necessidade preexistente, a invenção, quando com utilidade, torna-se uma inovação (MARINHO, 2019).

Em uma abordagem neo-schumpeteriana, Albuquerque (1998) relaciona o capitalismo com a introdução de inovação, considerando como um sistema dinâmico. Desta forma, importa compreender que os direitos de propriedade intelectual, atrelados à dinâmica de inovação de um país, tem relação com os aspectos complexos de uma patente, visto que o registro de uma patente revela a descrição de uma novidade, não óbvia, e que seja passível de utilidade; uma codificação de algo inovador; ou até mesmo um conjunto de novas informações (ALBUQUERQUE, 1998).

Atrelar o uso da indústria 4.0 a novas tecnologias relacionadas aos insumos utilizados na produção acelera ainda mais a fabricação de novos produtos a serem incorporados ao mercado, proporcionando local de destaque (MOREIRA JR., 2020). Assim, a utilização de biotecnologia e de novos materiais, aliada às possibilidades de produtos vestíveis, alimentam uma demanda por produtos têxteis funcionais, provocando o aumento da intensidade tecnológica solicitada pelos insumos participantes na produção desses produtos (BRUNO, 2016).

Na iminência de galgar novos caminhos para a indústria têxtil, Andra *et al.* (2021), em seu estudo sobre os nanomateriais para a fabricação de têxteis funcionais antimicrobianos, enfatizam a grande demanda que esse tipo de indústria possui em todo o mundo, sendo essencial o uso de novas tecnologias para a fabricação de materiais com múltiplas funções. Thakker e Sun (2020) reiteram, ainda, a importante contribuição que os bioativos trarão no futuro para a evolução

dos produtos têxteis.

A indústria têxtil e de confecção caracteriza-se, essencialmente, como uma indústria tradicional e intensiva, que utiliza mão de obra barata e com pouca qualificação, além de empregar matéria-prima simples e deter baixa inovação no uso das tecnologias (FILLETI; BOLDRIN, 2020). No Brasil, o setor têxtil apresenta evoluções, mas ainda carece de investimentos em pesquisa e desenvolvimento, e inovação.

Dados publicados pela Associação Brasileira da Indústria Têxtil (ABIT), em 2021, demonstram que o faturamento da cadeia têxtil e de confecção passa a ser de R\$ 185,7 bilhões em 2021, quando em 2018 era de R\$ 177 bilhões. O Brasil é o país do ocidente que possui toda a cadeia têxtil completa, que vai desde a produção de fibras até as confecções e varejo. Além disso, o país tem se tornado um potencial exportador para a cadeia sintética têxtil mundial com a descoberta do Pré-Sal (ABIT, 2021).

Compreender a necessidade de ter estratégias voltadas para o mercado mundial para avançar e inovar é a melhor forma de proteger o mercado interno, trazendo a perspectiva da participação de associações, órgãos de fomento e governo para a construção de uma estratégia coesa, voltada para o crescimento de uma nação (CAVALCANTI; SANTOS, 2021).

Especificamente para os nanomateriais, considerados a aposta do nosso futuro próximo, faz-se urgente que se aprovem leis específicas que regulamentem o tema. A nanotecnologia, hoje, compõe ativos em quase todos os processos industriais e, além de ainda ser um tema pouco compreendido pela sociedade, a sua normatização no Brasil é frágil e facultada a exploração desordenada. Os potenciais riscos e interesse comercial tornam a regulamentação da nanotecnologia um grande desafio a ser discutido entre o governo e diversos grupos de interesses no Brasil (HUPFFER; LAZZARETTI, 2019).

No Brasil, a Lei de Propriedade Industrial (LPI) – Lei n.º 9.279 (1996) – regulamenta os direitos e obrigações relativos à Propriedade Industrial com interesse social. Conforme artigo 8º, a LPI predispõe como patenteável invenção que seja novidade, que tenha atividade inventiva e aplicação industrial (BRASIL, 1996), porém não esgota as prerrogativas de incentivos à inovação em nosso país. Além disso, não é suficiente para proteger os conhecimentos das comunidades tradicionais (MELLO, 2018).

Assim, relacionando com a necessidade intrínseca por melhoria em sua produção e melhor uso de insumos, a indústria atual poderá utilizar-se do conhecimento colecionado nos registros de patentes como base para o seu desenvolvimento.

Usando o estudo de patentes das duas temáticas (biotecnologia e nanotecnologia), ao longo do tempo, percebe-se que em muitos momentos se sobrepõem e convergem tecnologicamente, promovendo inovação (MENEZES, 2020). Utilizar-se da evolução tecnológica de patentes, como parâmetro para inserção de novas tecnologias no mercado têxtil, poderá gerar avanço nas lacunas de mercado existentes, além de trazer sustentabilidade à indústria têxtil no Brasil.

Tecnologias que envolvem informação, internet e inteligência artificial, que vêm trazendo grandes transformações em empresas manufatureiras, como o que ocorre na indústria 4.0, podem contribuir com o crescimento de inovação e competitividade para a indústria (BAI *et al.*, 2020).

Aliados aos avanços que abrange a indústria 4.0, os movimentos que emergem da regulamentação de uso de bioativos e nanomateriais trazem para a indústria têxtil um novo olhar para a forma de como se produz, e de como são consumidos os produtos e serviços oferecidos à sociedade, permitindo refletir sobre a visão de uma regulamentação para os processos inovativos que alimentem a indústria de novas perspectivas, mas que estejam atreladas às perspectivas dos outros atores envolvidos no processo, para que todos tenham desenvolvimento e que seja sustentável.

4.5 DADOS DA INDÚSTRIA TÊXTIL NO BRASIL

O ano de 2019 iniciou-se com muitas expectativas para um crescimento do setor industrial têxtil brasileiro, pós-disputa eleitoral em 2018, o que não se concretizou a contento, apesar de avanços das reformas previdenciárias e a geração de empregos em alta para o setor (IEMI, 2019).

Sendo o setor têxtil e de confecções do Brasil um dos mais tradicionais, além de complexo, são muitos os momentos de crescimento, mas há os momentos de quedas, ganhos e perdas (SANTOS, 2020).

A ABIT, em sua visão estratégica para 2030, atrelada à perspectiva de crescimento, alia sua missão e visão empresarial à busca da promoção do

desenvolvimento da rede de valor de têxteis e de confeccionados, integrando tecnologia, sustentabilidade, além de ampliar suas possibilidades de trabalho ancoradas na inovação como suporte ao desenvolvimento econômico do setor. Dentre os seus principais desafios está a exploração das vantagens da biodiversidade brasileira, promovendo a ampliação da oferta de novas fibras (IEMI, 2019).

Inserido em um dos mercados mais relevantes do mundo, o mercado têxtil mundial evidencia suas potencialidades para produzir e realizar comércio exterior. O comércio internacional de têxteis e vestuário apresentou aumento maior que o dobro entre os anos de 2000 e 2018, sendo que no setor têxtil, especificamente, houve um aumento de 126% nesse período (IEMI, 2019).

Alguns dados sobre a indústria têxtil são importantes para entender o momento atual que esta vive. Cita-se, no Quadro 2, dados retirados do relatório IEMI (2019) que, junto à ABIT, trazem o seguinte diagnóstico:

Quadro 2 - Dados da Indústria Têxtil 2019

Categorias	Informações
Exportações	O Brasil situa-se na 26ª posição entre os maiores exportadores de têxteis. Apesar de ser grande produtor e consumidor mundial de produtos têxteis em geral, encontra-se discretamente do mercado exportador, produzindo mais para seu consumo interno. As exportações cresceram no período entre 2014 e 2018, as vendas para o exterior de fibras e filamentos têxteis, detentoras de 88% do que é exportado, cresceram 4% em volume e 11% em valores no ano de 2018. A China é o país que lidera em exportações tanto para produtos têxteis como para vestuário.
Importações	Nas importações, o Brasil figura nas posições 25ª em têxteis e 37ª em vestuário, bem abaixo de outros países, o que pode ser caracterizada por sua grande oferta interna. No período de 2014 a 2018, houve alta de 21,1% em volume e 2,1% em valores para as importações de fibras e filamentos, enquanto as manufaturas têxteis reduziram as importações em 9,8% em volume e 24,2% em valores. Quanto ao consumo interno de têxteis, no Brasil tem-se um montante 9,7 quilos por habitante nos anos de 2017 e 2018, números bastante inferiores aos registrados entre os anos de 2007 e 2010, tendo 2010 como pico de crescimento (13,2 kg por habitantes). Esses números sugerem a utilização da importação como recurso para suprir as necessidades internas.
Oferta de empregos	A cadeia têxtil brasileira, em 2018, atingiu valores muito expressivos quando comparados aos totais de produtos da indústria de transformação. Foram responsáveis por 177 bilhões, equivalente a 7% do valor total dessa indústria de transformação brasileira, excetuando a extração mineral e a construção civil. Esses valores conseguiram agregar 1,5 milhão de empregos diretos em 2018, números que representam 18,5% dos trabalhadores da área industrial, reforçando a importância do setor que é uma das indústrias que mais emprega no país. Entre 2014 a 2018 houve um aumento relativo no número médio de empregados no setor de confecção. Quando comparado ao setor têxtil, o setor de confecções aumentou 18% do número de pessoal. Porém, dados para o mesmo período, mostram que o número de unidades produtoras que atuavam com a atividade na cadeia têxtil caiu 18,8%, sendo especificamente -15,8% em fibras e filamentos; -13,9% nos têxteis; e -19,4% no setor de confecções. Essa

Categorias	Informações
	queda nas unidades produtoras influenciou na quantidade de mão de obra empregada, o que resultou em uma diminuição, entre 2014 e 2018, de 8,4% no segmento de têxteis e 4,9% no de confeccionados.
Distribuição da indústria têxtil pelo Brasil	Sobre a indústria têxtil e de confecções no Brasil, ela é uma indústria presente em todas as unidades federativas do país, entretanto a maior concentração se dá no Sudeste com 47,8%, tendo uma relação direta com a proximidade dos maiores centros de distribuição atacadista e varejista, além de concentrar o maior número de consumidores. A segunda maior região que conta com ramo industrial é a região Sul, com 31,1% das empresas, precedidas das regiões Nordeste, com 14,1%, Centro-Oeste, com 6%, e Norte, com 1%.
Capacidade produtiva	Apesar da produção de manufaturados têxteis e confeccionados ter recuado na totalidade, entre 2014 e 2018, em 2,9% e 10,1% respectivamente, nos segmentos específicos de nãotecidos, malhas e fios as altas foram de 2,2%, 2,0% e 0,7%, respectivamente. No ano de 2018, quando comparado ao ano anterior, os segmentos de manufatura têxteis (fios, tecidos, malhas e não tecidos) tiveram alta de 7,7%, já entre 2014 e 2018 a alta foi de 24,8%. Investimentos em fibras e filamentos tiveram um crescimento em torno de 50%. No ano de 2018 foi dada ênfase na modernização e/ou ampliação da capacidade produtiva com investimentos da ordem de 3,3 bilhões.

Fonte: Autoria própria a partir de dados retirados de IEMI (2019) (2022)

Os dados concatenados no Quadro 2 refletem a importância da participação da indústria têxtil no desenvolvimento econômico do país. O Brasil compreende, em sua cadeia, desde a plantação de algodão, a produção das fibras, a fiação, tecelagens, beneficiadoras, até confecções e varejo, sendo considerada a maior Cadeia Têxtil completa do Ocidente (ABIT, 2022).

Há esforços realizados pela CNI em que a ABIT está envolvida no estudo e regulamentação de cadeias de Economia Circular (EC), o que corrobora com o interesse dessas organizações para o Desenvolvimento Sustentável do país (ABIT, 2021). O conceito de EC refere-se a uma economia industrial restaurativa, tendo em seus princípios o uso de energia renovável, além de diminuir, monitorar e eliminar o uso de substâncias tóxicas e acabar com o desperdício (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013).

Esse conceito está totalmente relacionado ao desenvolvimento sustentável, onde há uma separação entre crescimento e desenvolvimento da extração de matérias-primas, e entre produção e consumo de recursos esgotáveis (AGUILERA; COLERATO, 2020). Com a utilização do conceito de EC, a economia vislumbra um caminho para o desenvolvimento tecnológico com inovação e ganhos de competitividade, atrelados a inovações tecnológicas contemporâneas, visando a melhoria da utilização de recursos e a redução na dependência dos produtos primários (AMARAL *et al.*, 2019).

No Brasil, há centros de excelência em estudos relacionados à cadeia

produtiva têxtil. Um exemplo é o SENAI CETIQT, unidade do SENAI no Rio de Janeiro, que utiliza a parceria com as indústrias, captando suas demandas e atribuindo aos seus alunos as competências alinhadas às necessidades do mercado, considerado na América Latina como o maior centro de produção de conhecimento da cadeia produtiva têxtil e de confecção e da área Química. Conta ainda com a Rede SENAI Têxtil e de Confecção que integra todas as unidades federativas através de ações estratégicas, elevando a competitividade da área têxtil no país ao promover a educação profissional e tecnológica, da inovação e da transferência de tecnologias industriais (SENAI, 2022).

Como apoio a instituições de pesquisa científica e tecnológica, públicas ou privadas, olhando as demandas do mercado e os riscos envolvidos nos processos de inovação da indústria brasileira, a Associação Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (EMBRAPII) é uma organização social criada em 2013, que tem em sua missão o papel de fortalecer o desenvolvimento da inovação da indústria brasileira em cooperação com institutos de pesquisas e universidades (EMBRAPII, 2022).

A indústria têxtil brasileira têm vias de acesso para gerar desenvolvimento e torna-se meio para o uso de novas tecnologias ainda não disponíveis no mercado consumidor.

5 METODOLOGIA

5.1 ETAPAS METODOLÓGICAS

A pesquisa realizada é de caráter exploratório, quali-quantitativa, empregando as técnicas de pesquisa bibliográfica e documental, onde foi utilizada, a princípio, a busca nas bases bibliométricas *Web of Science* e *Scopus* e nas bases patentárias *Lens*, *Orbit Intelligence* e INPI, para as tecnologias relacionadas aos têxteis funcionais. Foram utilizados também dados da indústria têxtil brasileira, disponíveis em sites de órgãos de classe e associações, com a intenção de realizar comparativos e análises frente ao uso dessas tecnologias no Brasil e em outros países. O desenvolvimento do trabalho de pesquisa realizou-se em quatro etapas, a saber:

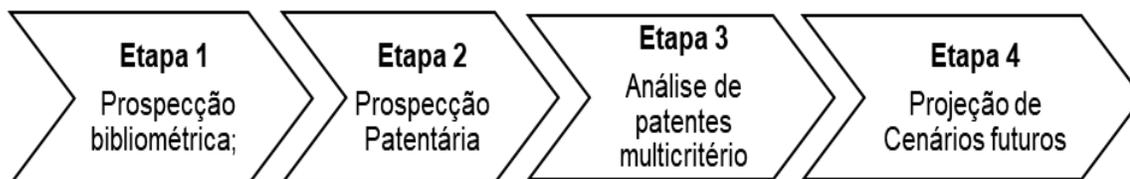


Figura 1 - Fluxo metodológico por etapas
Fonte: Autoria própria (2021)

5.2 DESCRIÇÃO DETALHADA DE CADA ETAPA METODOLÓGICA

A seguir, estão descritas de forma detalhada as quatro etapas do trabalho de pesquisa, conforme Figura 1.

Etapa 1 – Prospecção Bibliométrica

Uma análise bibliométrica permite ao pesquisador examinar o que está sendo produzido em determinada área de interesse, além de permitir verificar as redes de pesquisadores, suas relações e particularidades (CHUEKE; AMATUCCI, 2015).

Nessa perspectiva, a prospecção bibliométrica foi realizada em maio de 2022 nas bases científicas *Web of Science* e *Scopus*, através da Plataforma do Portal Periódico CAPES, utilizando o campo 'título'. As palavras-chave usadas na pesquisa foram: *fibers*, *polymers*, *filament*, *yarn*, *innovative*, *fabric*, *functional*, *textile*, *smart*, *bioactive* e *nanotechnology*, *bionanotechnology*, *bone* e *tissue*. Para ampliar

possíveis resultados correlatos, utilizou-se de truncadores em substituição aos sufixos de algumas palavras.

O aspecto de amplitude a ser gerado com os truncadores, somado à sequência lógica com várias opções de palavras correlatas, trouxe para a pesquisa maior abrangência de áreas temáticas que abordam o assunto. Os conectivos *AND*, *OR* e *NOT* foram incluídos na sentença lógica, conforme amplitude de pesquisa proposta.

As buscas sistemáticas para estudos relacionados aconteceram segundo a sentença lógica a seguir:

(textil OR fabric OR fibr* OR fiber* OR polymer* OR filament* OR yarn*)
AND (intelligent OR functional OR smart) AND (bio* AND nano*) AND NOT
(tissue OR bone)*

Como critérios para seleção dos documentos foram considerados os artigos inéditos capturados através das palavras-chave contidas no título. Filtros foram utilizados para realização de estudo bibliométrico quantitativo, e como auxílio à análise qualitativa dos documentos encontrados, observando a relação temporal das tecnologias ao longo dos tempos.

A utilização de duas bases de dados permitiu, através dos dados coletados, maior abrangência à temática. Os resultados encontrados foram somados e tratados utilizando a linguagem R, através do pacote de dados *Biliometrix* no *RStudio*, para que não houvesse duplicidade de documentos. Também foi empregado para tratamento e análise dos dados coletados, bem como para a projeção dos dados, através de gráficos.

As palavras-chave foram escritas na língua inglesa, para maior abrangência ao tema pesquisado nas bases científicas internacionais selecionadas.

Etapa 2 – Prospecção Patentária

A prospecção patentária foi realizada em maio e junho de 2022, nas plataformas *Lens*, *Orbit Intelligence* e INPI. As palavras-chave escolhidas para a pesquisa nas plataformas internacionais foram: *fibers*, *polymers*, *filament*, *yarn*, *innovative*, *fabric*, *functional*, *textile*, *smart*, *bioactive* e *nanotechnology*, *bionanotechnology*, *bone* e *tissue*, combinadas entre si com a utilização de conectivos. Foi realizada mais de uma combinação de palavras, objetivando verificar

os diversos tipos de materiais funcionais já existentes, e da área de utilização destes. Diante a utilização de palavras correlatas para identificação das tecnologias, a pesquisa foi realizada utilizando a *Advanced Search*, no campo *Keywords*, selecionando o campo *Title* para a pesquisa (o campo *Title* foi o único a ser escolhido por tratar-se de pesquisa ampla e emergente, evitando o retorno de pesquisas não aderentes ao tema). Utilizou-se também o conectivo *OR* para as palavras *fiber*, *polymers*, *fabric*, *filamento*, *yarn* e *textile* combinado com as palavras *functional*, *bone*, *intelligent* e *smart*. As palavras *tissue* e *bone* serviram como ponto de exclusão na pesquisa, visando eliminar tecnologias relacionadas à recuperação de tecidos ósseos. Os resultados encontrados nas Bases *Lens* e *Orbit Intelligence* foram comparados para verificação de dados duplicados.

Para a base de dados de patentes do INPI, as palavras-chave utilizadas foram as correlatas em português. As conexões entre as palavras foram as mesmas utilizadas nas plataformas internacionais, e a busca aconteceu por procura avançada de palavras-chave, utilizando os campos do título. No Quadro 3, segue o descritivo das sentenças lógicas utilizadas, relacionadas por cada base patentária.

Quadro 3 - Sentenças lógicas para busca de patentes nas bases de dados

Base de Registros de Patentes	Sentenças lógicas para busca de dados sobre o tema da pesquisa	
<i>Lens</i>	((<i>textil*</i> OR <i>fabric</i> OR <i>fiber*</i> OR <i>fibre*</i> OR <i>polymer*</i>) AND (<i>functional</i> OR <i>smart</i> OR <i>innovative</i>) AND (<i>bio*</i> OR <i>nano*</i>) AND NOT (<i>tissue</i> OR <i>bone</i>))	((<i>textil*</i> OR <i>fabric</i> OR <i>fiber*</i> OR <i>fibre*</i> OR <i>polymer*</i>) AND (<i>bio*</i> OR <i>nano*</i>) AND NOT (<i>tissue</i> OR <i>bone</i>))
<i>Orbit Intelligence</i>	(((<i>textil+</i> OR <i>fabric</i> OR <i>fibr+</i> OR <i>fiber+</i> OR <i>polymer+</i>) AND (<i>functional</i> OR <i>smart</i> OR <i>innovative</i>) AND (<i>bio+</i> OR <i>nano+</i>)) NOT (<i>tissue</i> OR <i>bone</i>))/TI	(((<i>textil+</i> OR <i>fabric</i> OR <i>fibr+</i> OR <i>fiber+</i> OR <i>polymer+</i>) AND (<i>bio+</i> OR <i>nano+</i>)) NOT (<i>tissue</i> OR <i>bone</i>))/TI
INPI	(tecido OR <i>fibr*</i> OR polímero*) AND (inovação OR funcional OR inteligente) AND (<i>bio*</i> ou <i>nano*</i>) AND NOT osseo	(tecido OR <i>fibr*</i> OR polímero*) AND (<i>bio*</i> ou <i>nano*</i>) AND NOT osseo

Fonte: Autoria própria (2022)

Etapa 3 – Análise de Patentes Multicritério

Para o desenvolvimento da prospecção tecnológica, realizou-se a análise das patentes, através das informações retornadas pelos bancos de patentes explorados. Madeu, Pellanda e Passos (2021) compreendem a análise dos documentos de uma patente como o início para a busca de informações sobre a tecnologia, o que pode indicar vantagem competitiva sobre os líderes do desenvolvimento dessas tecnologias.

Dessa forma, foi utilizado o método de decisão multicritério (MCDM) por multiatributo (MCDM-MADA), que auxilia na tomada de decisão (MADEU; PELLANDA; PASSOS, 2021), onde foram observados aspectos que favoreçam o uso dessas tecnologias como alternativa ao mercado consumidor.

A análise dos documentos se deu de forma quantitativa, onde foram considerados números de tecnologias, que estão sendo protegidos por regiões, números de registros de patentes expirados ou ativos, além de comparação com as classificações patentárias relacionadas à busca realizada. Para a análise qualitativa, foram observados os resumos dos registros de patentes, e o quanto elas foram citadas para o registro de outras patentes relacionadas e as possibilidades de aplicações para cada tecnologia.

Os resultados encontrados foram catalogados por área de estudo, classificações patentárias e possíveis áreas de negócios que envolvam soluções para a indústria têxtil. Na Figura 2, se apresenta um esquema de fluxo para realização da metodologia de análise de patentes.

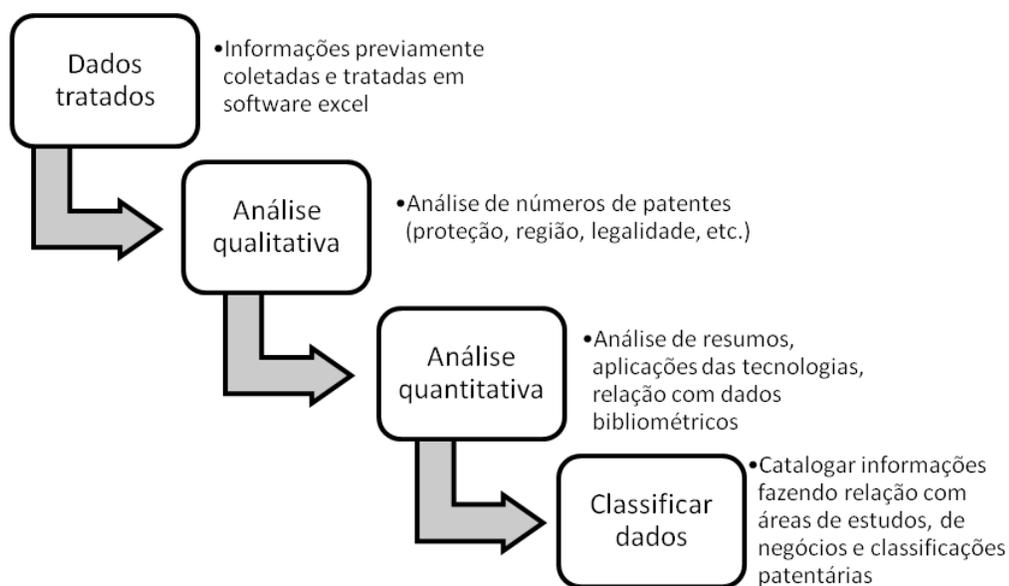


Figura 2 - Análise de patentes multicritério
Fonte: Autoria própria (2021).

Etapa 4 – Projeção de cenários futuros

Aqui foram também identificadas possíveis tecnologias passíveis de exploração comercial por empresas brasileiras e, para dar suporte aos cenários futuros, foi realizada consultas a sites de associações e órgãos de classe referentes à área da

indústria têxtil funcional, bem como de empresas que já comercializam esses produtos, com a utilização de bioativos e nanopartículas.

Para apresentar as possibilidades de negócios, a fim de preencher lacunas e sugerir soluções de insumos para a indústria têxtil, a metodologia propõe-se a prospectar cenários futuros, onde serão comunicadas as informações analisadas qualitativamente pelo estudo. Planejar cenários é um processo flexível e desafiador. A metodologia de cenários predispõe a antecipação de situações inesperadas e a capacidade de inovar a partir de uma visão de futuro com base no presente (SOUZA; TAKAHASHI, 2012).

Os cenários partiram dos achados e conclusões realizadas na Etapa 3 – Análise de Patentes, considerando fatores externos e dados encontrados na rede com aspectos de exploração comercial e tendências de mercado brasileiro. As oportunidades foram analisadas e hipoteticamente emolduradas em situações que atendam a proposta de utilização de recursos, como matéria-prima na criação ou aprimoramento de produtos comercializáveis.

Para Porter (1998), as forças competitivas moldam a elaboração da estratégia. As cinco forças de Porter têm foco nos concorrentes existentes e nos que querem adentrar ao mercado, nos fornecedores, nos clientes e nos novos produtos. Assim, delimitar tecnologias poderá trazer equilíbrio nas forças competitivas que envolvem um setor, fazendo-o emergir de situações de crise.



Figura 3 - Forças que governam a competição em um Setor
Fonte: Adaptado pela autora (2022) a partir de Porter (1998)

Para melhor compreender a relação entre as necessidades da indústria têxtil e as novas tecnologias que surgem a partir de P&D, utilizou-se da Matriz *SWOT*, representada por uma ferramenta estratégica que avalia os recursos, além do que é capaz uma empresa (pontos fortes e fracos), e sua situação no mercado externo (oportunidades e ameaças) (MADSEN, 2016). A matriz *SWOT* se fundamenta em *Strengths* (Forças) e *Weaknesses* (Fraquezas) como características intrínsecas à organização, e *Opportunities* (Oportunidades) e *Threats* (Ameaças) como características extrínsecas dela (FERNANDES, 2012).

Dessa forma, foi realizada a Matriz *SWOT* da indústria têxtil relacionada às tecnologias encontradas na pesquisa, fazendo uma relação com as cinco forças de Porter delineadas no diagrama às tecnologias, produto dessa prospecção. Poderão atender aos desafios que a indústria têxtil brasileira se encontra, ao tratar os cenários hipotéticos como cenários estratégicos possíveis.

Com o intuito de inter-relacionar as questões organizacionais evidenciadas na matriz *SWOT*, foi proposto um diagrama juntando as questões levantadas com essa matriz, os atores envolvidos nesse processo através da quintupla hélice e as forças de Porter como base para a análise dos resultados dos registros de patente encontrados.

5.3 MATRIZ DE VALIDAÇÃO/AMARRAÇÃO

A matriz de validação/amarração (Figura 4) demonstra a correlação existente entre os objetivos específicos e a metodologia a ser aplicada na pesquisa, além dos produtos ou entregáveis a serem desenvolvidos ao longo da pesquisa e que servirão para a comunicação dos resultados obtidos.

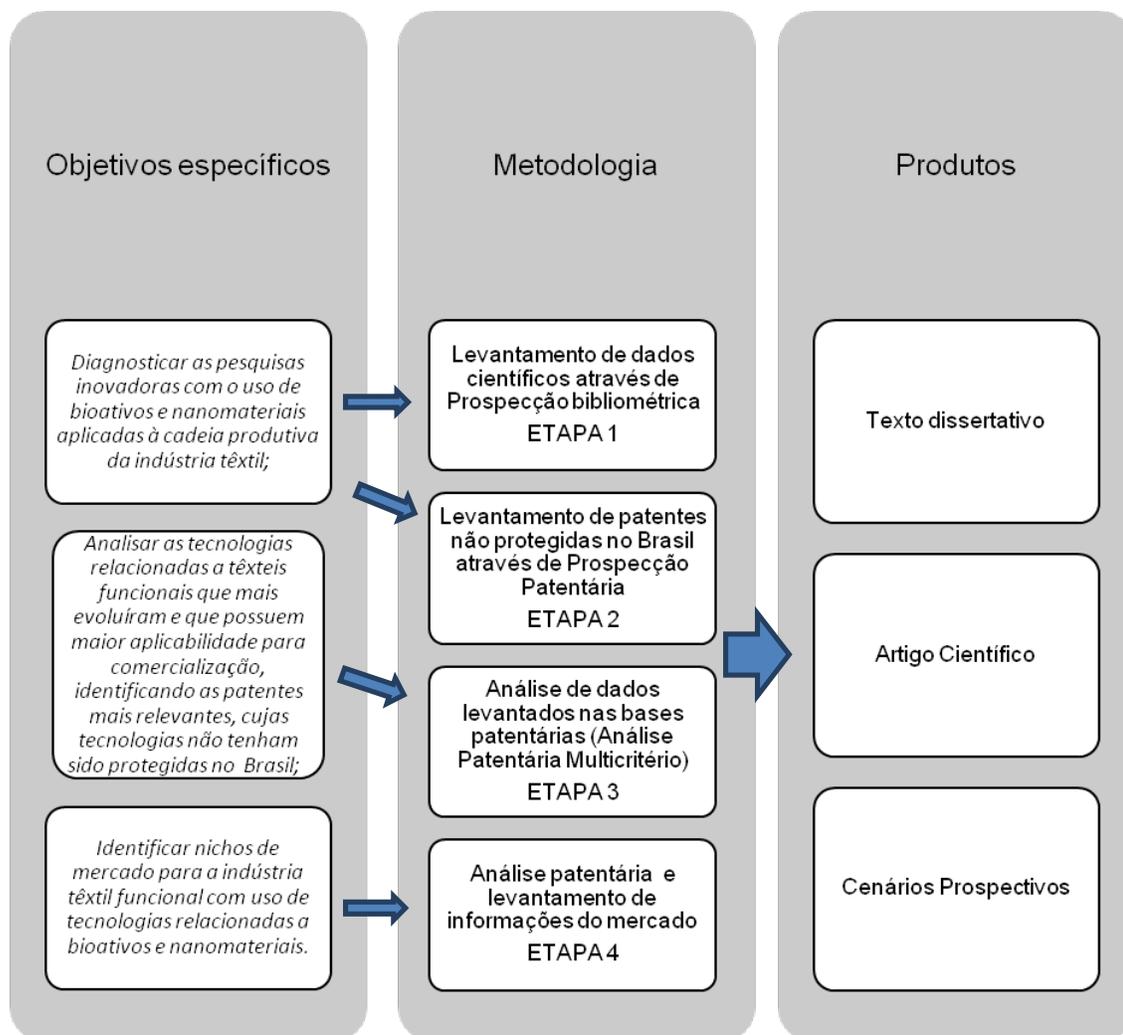


FIGURA 4 - Matriz de validação – Relação entre objetivos específicos, metodologia e entregáveis
Fonte: Autoria própria (2021)

Para o desenvolvimento da pesquisa, as etapas foram realizadas na ordem proposta, sendo que as informações coletadas nas etapas iniciais serviram de base para as etapas subsequentes

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta Seção são apresentados e discutidos os resultados encontrados, para a abordagem metodológica descrita na Metodologia, nas bases científicas *Web of Science* e *Scopus* realizados no mês de maio de 2022 (Etapa 1), bem como para as buscas realizadas nas bases patentárias *Lens* e *Orbit* nos meses de maio e junho de 2022 (Etapa 2). Além disso, foram realizadas as etapas metodológicas 3 e 4 com o intuito de encontrar oportunidades para a indústria têxtil funcional com o uso de bioativos e nanomateriais.

Etapa 1 – Pesquisa Bibliométrica

Em pesquisa realizada no mês de maio de 2022, constatou-se que estudos envolvendo bioativos e nanotecnologia em fibras e materiais poliméricos têm sido objeto de interesse de trabalhos de pesquisa e desenvolvimento (Quadro 4), com o resultado das buscas nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science*, considerando os dados descritos na metodologia.

A base das informações processadas para a prospecção bibliométrica surgiu por meio da coleta de artigos científicos que versam sobre o tema, a partir das combinações de palavras descritas no Quadro 1, sem delimitação de período.

Quadro 4 - Quantidade de publicações por base de dados pesquisada

Sentenças lógicas (Pesquisa no título)	Plataformas		
	SCOPUS	Web of Science	Total bruto
((textil* OR fabric OR fibr* OR fiber* OR polymer* OR filament* OR yarn*) AND (intelligent OR functional OR smart) AND (bio* OR nano*) AND NOT (tissue OR bone))	2028	2351	4379
((textil* OR fabric* OR fibr* OR fiber* OR polymer* OR filament* OR yarn*) AND (intelligent OR functional OR smart) AND (bio* AND nano*) NOT (tissue OR bone))	106	147	253

Fonte: Autoria própria (2022)

A pesquisa realizada na base *Web of Science* recuperou um maior número de documentos em relação à *Scopus*. Realizada a junção dos dados, obteve-se o valor bruto de documentos. Dentro do escopo da pesquisa, a expressão que melhor caracterizou a temática escolhida foi a que se utilizou em todos os grupos de palavras, sendo as palavras "BIO" e "NANO" interceptadas por "OR" fazendo a

junção desses grupos através do conectivo “AND”, onde na junção das bases de dados, no campo ‘título’, foram obtidos 253 documentos (Quadro 4).

Utilizou-se do pacote de dados *Bibliometrix* no *RStudio* para a junção dos documentos e verificação destes de forma repetida, além de possibilitar a leitura desses dados. Assim, obteve-se 170 documentos, oriundos de 119 fontes diferentes. Na Figura 5 (abaixo), foram demonstradas a disposição através dos anos (2000-2022) da quantidade de publicações sobre a temática estudada.

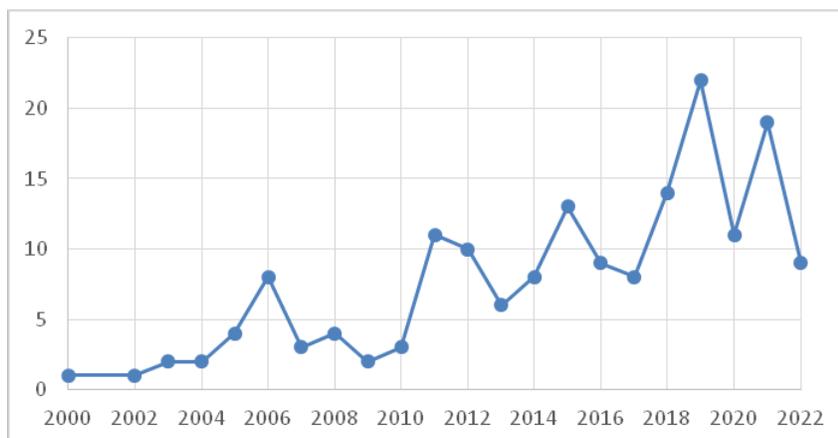


Figura 5 - Quantidade de publicações de artigos científicos por ano sobre o tema relacionado ao uso de bioativos e nanomateriais em têxteis (2000-2022)

Fonte: Autoria própria (2022) a partir de dados do *Scopus* e *Web of Science* (2022)

Observa-se, na Figura 5, a oscilação quanto às publicações, sendo que o seu pico se deu em 2019, ano de início à pandemia da covid-19 no mundo, acontecendo uma queda brusca no ano seguinte em meio à crise epidemiológica mundial, ascendendo em 2021.

Quanto à organização que mais houve publicação, tem-se a “*AMER CHEMICAL SOCIETY*”, que é uma organização americana com pesquisas na área da Química, com 25 publicações. O artigo intitulado “*Advances in Functional Polymer Nanofibers from Spinning Fabrication Techniques to Recent Biomedical Applications*”, publicado no ano de 2020, já coleciona 41 citações e tem como autores pesquisadores brasileiros em parceria com a EMBRAPA, Universidade Federal da Paraíba e Universidade Federal de Lavras e trata-se de um artigo de revisão que aborda os avanços das técnicas de fiação para micro e nanofios e suas possíveis aplicações biomédicas (DOS SANTOS *et al.*, 2020).

Quando se trata de frequência de publicações por países na temática dos

têxteis funcionais utilizando bioativos e nanomateriais, a Figura 6 traz a quantificação por país e suas relações principais de contribuição entre eles.

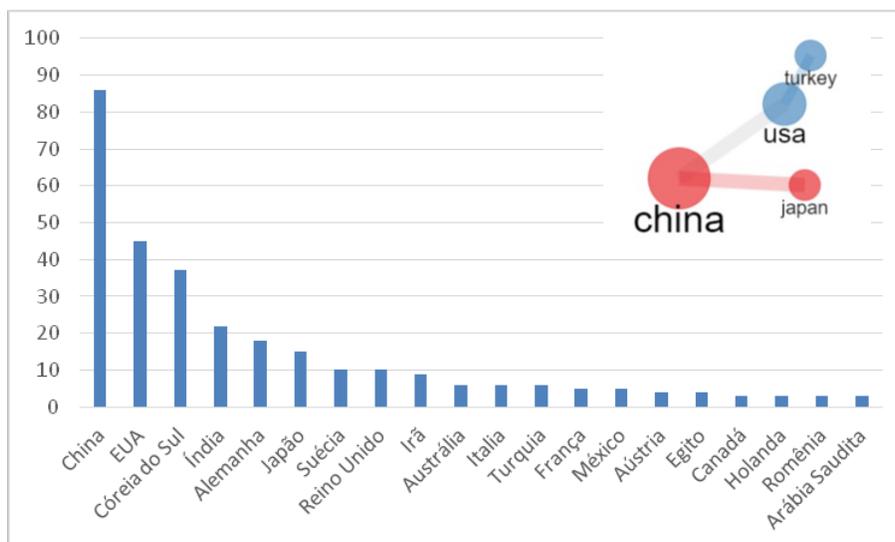


Figura 6 - Número de publicações de artigos científicos por país e relação de cooperação entre eles na temática dos têxteis funcionais utilizando bioativos e nanomateriais

Fonte: Criado e adaptado pela autora (2022) a partir de dados compactados no *Bibliometrix* (2022)

A China desponta como o país que mais pesquisa na área de bioativos e nanotecnologia, com um quantitativo de 86 publicações sobre o tema pesquisado, seguido dos EUA e da Coreia do Sul que, quando somadas as quantidades, não superam a China. Dentre esses artigos, destacamos o “*Biom mineralization on Polymercoated Multiwalled Carbon Nanotubes With Different Surface Functional Groups*” (2012), que trata do modelo de biomineralização e síntese de materiais bioinspirados, a partir de fluido corporal simulado (LI *et al.*, 2012).

Quanto às palavras-chave utilizadas dos autores, ilustra-se na Figura 7, a seguir, os termos mais utilizados como identificadores das pesquisas sobre o tema.

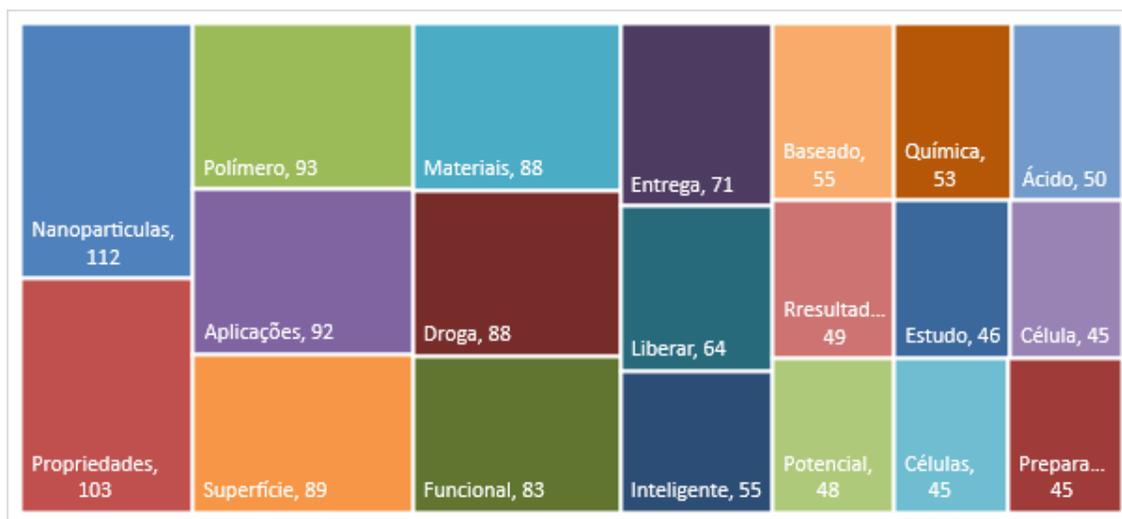


Figura 7 - Diagrama com as 20 palavras-chave mais utilizadas pelos autores nas publicações encontradas para a temática do uso de bioativos e nanomateriais na indústria têxtil
 Fonte: Criado e adaptado pela autora (2002) a partir do *Bibliometrix* (2022)

Na Figura 7, verifica-se a predominância das palavras-chave nanopartículas (112), propriedades (103) e polímeros (93), onde juntas representam 22% das palavras mais citadas. Entende-se, a partir daí, uma tendência a pesquisas de nanopartículas ligadas à produção de polímeros. Citado 440 vezes, o artigo “*Smart Electronic Yarns and Wearable Fabrics for Human Biomonitoring Made by Carbon Nanotube Coating with Polyelectrolytes*” demonstra um processo de transformação do algodão em fios e-têxteis inteligentes usando polieletrólitos com nanotubos de carbono (SHIM *et al.*, 2008).

Etapa 2 - Pesquisa Patentária

Os dados preliminares encontrados para a pesquisa patentária entregam a projeção tecnológica dos estudos científicos encontrados nas bases de dados científicos para a temática, conforme Quadro 5, abaixo.

Quadro 5 - Quantidade de documentos encontrados nas bases de dados de Registros de Patentes

Bases de dados		Sentença lógica para busca de dados	Quantidade de Registros
Registros de Patentes	Orbit	<i>(((TEXTIL+ OR FABRIC OR FIBR+ OR FIBER+ OR POLYMER+ OR FILAMENT+ OR YARN+) AND (FUNCTIONAL OR SMART OR INTELLIGENT) AND (BIO+ OR NANO+)) NOT (TISSUE OR BONE))/TI</i>	454
		<i>(((TEXTIL+ OR FABRIC OR FIBR+ OR FIBER+ OR POLYMER+ OR FILAMENT+ OR YARN+) AND (FUNCTIONAL OR SMART OR INTELLIGENT) AND (BIO+ AND NANO+)) NOT (TISSUE OR BONE))/TI</i>	11
	Lens	<i>title:((textil* OR fabric OR fibr* OR fiber* OR polymer* OR filament* OR yarn*) AND (intelligent OR functional OR smart) AND (bio* OR nano*) NOT (tissue OR bone))</i>	629
		<i>title:((textil* OR fabric OR fibr* OR fiber* OR polymer* OR filament* OR yarn*) AND (intelligent OR functional OR smart) AND (bio* AND nano*) NOT (tissue OR bone))</i>	12
	INPI	<i>Título: '(TECIDO* OR FIBR* OR POLIMERO* OR FILAMENT* OR FIO*) AND (FUNCIONAL OR INTELIGENTE) AND (BIO* OR NANO*) AND NOT OSSEO'</i>	4
		<i>Título: '(TECIDO* OR FIBR* OR POLIMERO* OR FILAMENT* OR FIO*) AND (FUNCIONAL OR INTELIGENTE) AND (BIO* AND NANO*) AND NOT OSSEO'</i>	0

Fonte: Autoria própria (2022)

Os resultados apresentados no Quadro 5 delimitaram o rol da pesquisa e as tecnologias com uso de bioativos e nanotecnologia para a indústria têxtil. A quantidade obtida de registros de tecnologia para o *Lens* foi consideravelmente maior do que o *Orbit*, apesar de a plataforma *Lens* ser livre. Os dados obtidos para o INPI foram quantitativamente pequenos em relação às outras bases.

Ao variar-se a utilização dos operadores lógicos “AND” e “OR” para as palavras “BIO” e “NANO” percebeu-se uma variação nos resultados das tecnologias protegidas. Para o uso das palavras com o operador “OR” obteve-se um total bruto de 1087 registros de patentes entre as buscas nas plataformas *Lens*, *Orbit* e INPI.

Ao utilizar-se o operador lógico “AND” para as mesmas palavras, com o intuito de recorte para o tema da pesquisa, obteve-se 23 resultados (11 no *Orbit*; 12 na *Lens*; e 0 no INPI), a partir da soma do retorno na busca das três plataformas de registros de patentes. Encontrou-se, a partir daí, o ponto de corte da pesquisa, que teve como foco as tecnologias que usam bioativos e nanotecnologia para o uso em materiais têxteis funcionais.

Considerando as repetições, verificou-se que, apesar de a Plataforma *Lens*

ter retornado um registro a mais que a plataforma *Orbit*, quando comparadas, eram os mesmos registros. Dessa forma, escolheu-se a plataforma *Orbit* para as análises dos dados por fornecer maior oportunidade de interação desses dados. Além disso, a busca de patentes registradas e/ou protegidas no Brasil foi considerada na plataforma *Orbit*. O Quadro 6, a seguir, apresenta o detalhamento das onze patentes recuperadas na pesquisa usando a plataforma *Orbit*.

Quadro 6 - Registros de patentes coletados na Plataforma Orbit, seus respectivos títulos e situação de proteção no Brasil

Item	N.º de publicação do registro de patente	Patente	Tipo de tecnologia	Patente protegida no Brasil
01	IN202041052202	<i>Smart-dre-m</i> : material de curativo nanofibroso baseado em biopolímero.	Material (Curativo)	Não
02	EP1973977	Dispersões aquosas de partículas envolvidas por polímero, composições de revestimento relacionadas e substratos revestidos.	Método (Revestimento)	Sim
03	CN211354183U	Tecido de seda nano funcional de base biológica natural.	Material (Embalagem para joias)	Não
04	EP3478326	Nanopartículas poliméricas biocompatíveis contendo nanoestruturas metálicas funcionais, processos de preparação e usos relacionados em campos diagnósticos e/ou terapêuticos.	Material (Polímero biocompatível com metais funcionais)	Não
05	CN108484163	Método de preparação de fibra funcional de energia de onda biológica nanocerâmica de zircônio.	Método (Biofibra funcional)	Não
06	US9066885	Matriz polimérica biocompatível funcional avançada, contendo nanocompartimentos.	Material (Biomaterial a base de quitosana)	Não
07	EP2944711	Nanofibra com propriedades de autoaquecimento e propriedades de liberação de substância biologicamente ativa, método de produção para a mesma e tecido não tecido com propriedades de autoaquecimento e capacidade de liberação de substância biologicamente ativa.	Material (Nanofibra ativada por autoaquecimento)	Não
08	FR3019743	Composição de nanopartículas cobertas	Material	Não

Item	N.º de publicação do registro de patente	Patente	Tipo de tecnologia	Patente protegida no Brasil
		com uma camada estabilizadora composta por polímeros multifuncionais contendo grupos funcionais de biodistribuição/direcionamento de fósforo.	(Condutor de bioativos para diagnósticos medicinais)	
09	BR102012031197	Tela polimérica revestida de nanofilmes ou nanopartículas de metais funcionais e/ou seu óxidos, com ou sem nanofilmes de carbono, com características bactericida, bacteriostática e biocompatibilidade, e processo de obtenção por meio de técnicas assistidas a plasmas frios.	Processo (Obtenção de tela polimérica para revestimento)	Não
10	EP2073848	Formulações orais, parenterais e tópicas dispersíveis em água para medicamentos pouco solúveis em água usando nanopartículas poliméricas inteligentes).	Material (Condutor de medicamentos pouco solúveis)	Não
11	RU2431472	Método para fazer nanopartículas de magnetita estabilizadas por polímero biocompatível com grupos formila funcionais.	Método / Material (Diagnóstico de infecções)	Não

Fonte: Elaborado pela autora (2022) a partir de Sobha *et al.* (2020), Ferencz, Polk e Faler (2004), Yiming, Hong e Zhifeng (2019), Mauro (2016), Beili (2018), Raghavan *et al.*, (2008), Mitsuhiro, Takao e Koichiro (2014), Charles e Francois (2014), Da Silva Sobrinho *et al.*(2012), Maitra, Feldmann e Bisht (2007), Yamskov *et al.* (2009).

O Quadro 6 apresenta as tecnologias encontradas no rol da pesquisa, aspectos dessas tecnologias e as suas possíveis interações com a indústria têxtil brasileira.

Inicialmente, tem-se a patente n.º IN202041052202 (SOBHA *et al.*, 2020), que consiste em um curativo inteligente composto de nanofibras e fabricado com biomaterial de baixo custo, como a *Cochlospermum gossypium*, de origem indiana que, além disso, traz em sua forma de goma modificada características como biodegradabilidade, não toxicidade e disponibilidade (SEKU *et al.*, 2019); há também o uso de *Canthium coromandelicum*, outra erva nativa da Índia; associadas ao anti-inflamatório zaltoprofeno. Apesar dessa tecnologia ter retornado na pesquisa como produto pronto para uso, a tecnologia traz referências a bionanomateriais com

características funcionais que podem ser aplicados na obtenção de novos produtos da indústria têxtil (SOBHA *et al.*, 2020).

O pedido de patente de n.º EP1973977 (FERENCZ; POLK; FALER, 2004) refere-se a dispersões aquosas de partículas envolvidas em polímeros de um material inorgânico e um não material orgânico, ou da mistura desses, como nanopartículas. Forma-se então uma composição de revestimento em pó, formadas a partir de tal dispersão aquosa com capacidade reflexiva. O método permite a formação de nanopartículas *in situ*. Assim, a partir desse método, em um meio aquoso, partículas no tamanho de grão de 1 microm, ou maior, são selecionadas a partir de monômeros etilicamente insaturados e água, permitindo diversos usos. Após a mistura com um polimerizável dispersível, ele pode ser formado em nanopartículas no momento da dispersão. Importante observar a possibilidade de uso de materiais inorgânicos ou orgânicos, possibilitando a utilização das propriedades funcionais de bioativos (FERENCZ; POLK; FALER, 2008).

A tecnologia registrada sob o n.º CN211354183U (YIMING; HONG; ZHIFENG, 2019) trata-se de um modelo de utilidade à base de seda funcional com material nano biológico, o qual serve para armazenar e transportar brincos, colares, pulseiras e relógios (YIMING; HONG; ZHIFENG, 2020).

No registro n.º EP3478326 (MAURO, 2016), se encontra um polímero biocompatível associado a nanoestruturas metálicas funcionais, sendo o polímero biocompatível um polihidroxialcanoato (PHA) e as nanoestruturas; pode ser composto de um metal nobre ou por um óxido metálico de magnésio, ou por uma mistura dos dois. Esse invento tem a pretensão de ser utilizado no campo diagnóstico e/ou terapêutico. Por possuir dois agentes de contraste, oferece vantagens no diagnóstico oncológico (MAURO, 2016).

A patente com registro n.º CN108484163 (BEILI, 2018) consiste em um método de preparação de uma fibra funcional de energia de bio-onda cerâmica nanométrica de zircônio. O método apresenta boa perspectiva de aplicação, visto que há disponibilidade de matérias-primas, baixo custo e processo de preparação simplificado (BEILI, 2018).

O registro de patente de n.º US9066885 (RAGHAVAN *et al.*, 2008) consiste em uma matriz de polímeros biocompatíveis funcional avançada, com nanocompartimentos. Esses nanocompartimentos são um novo biomaterial híbrido que torna-se funcional a partir de interações hidrofóbicas com vesículas carregadas

de agentes bioativos. O biomaterial é formado de uma rede polimérica de *scaffolds* de quitosana já modificada hidrofobicamente que, ao ser retirada da solução, forma um filme sólido, possibilitando interações com as vesículas funcionalizadas (RAGHAVAN *et al.*, 2008).

Já o registro de patente de n.º EP2944711 (MITSUHIRO; TAKAO; KOICHIRO, 2014) faz menção a uma nanofibra pelo método de eletrofiação que possui propriedades de autoaquecimento – geram calor por resposta à estimulação externa, além de liberação de substâncias biologicamente ativas, liberadas para o exterior por essa estimulação, que poderão ser utilizadas em ferramenta de tratamento de termoquimioterapia do câncer (UTO; EBARA; AOYAGY, 2013).

A tecnologia registrada sob o n.º FR3019743 (CHARLES; FRANCOIS, 2014), trata-se de uma composição de nanopartículas cobertas com uma camada estabilizadora de polímeros de fixação/compostos multifuncionais de biodistribuição com capacidade de serem reconhecidos pelas células ou tecidos alvos. Mais uma tecnologia com a função de distribuição de bioativos; a tecnologia favorece ao uso de nanopartículas estabilizadas como agente de contraste para a caracterização, diagnóstico e acompanhamento na área da medicina nuclear (LOUBAT; BERRET, 2014 *apud* CHARLES; FRANCOIS, 2014).

A patente n.º BR102012031197 (DA SILVA SOBRINHO *et al.*, 2012) é brasileira e apresenta-se como uma tela polimérica revestida de nanofilmes ou nanopartículas de metais funcionais, ou dos seus respectivos óxidos. Possui propriedades como bactericida, bacteriostática e característica de biocompatibilidade. Utiliza-se no processo de obtenção da tela polimérica através de técnicas assistidas por plasma a frio (DA SILVA SOBRINHO *et al.*, 2012).

Sobre o registro de patente de n.º EP2073848 (MAITRA; FELDMANN; BISHT, 2007), a invenção refere-se a uma composição de nanopartículas com propriedades inteligentes, a exemplo da mucoadesividade, biodisponibilidade e multifuncionalidade para solubilização e encapsulamento de medicamentos solúveis ou pouco solúveis em água, isolados ou combinados a outros agentes bioativos, para direcionamento sistêmico. As vantagens dessa tecnologia refletem-se nas vantagens dos transportadores de entrega de drogas ao nível micelar, caracterizada pela sua biocompatibilidade, solubilização e tamanho nanométrico, facilitando a liberação em local específico da substância no local da inflamação (MAITRA; FELDMANN; BISHT, 2007).

Já a patente n.º RU2431472 (YAMSKOV *et al.*, 2009) caracteriza-se por ser um método para preparar magnetita em nanopartículas estabilizadas através de um polímero biocompatível. Essa invenção, a qual se refere a obtenção de solventes magnetorreceptivos, pode ser usada para monitorar e diagnosticar infecções epidêmicas, a exemplo da tuberculose (YAMSKOV *et al.*, 2009).

Ao verificar os dados apresentados, percebe-se, em sua maioria, a utilização de bioativos e nanomateriais na área farmacêutica, conforme apresentado na Figura 8.

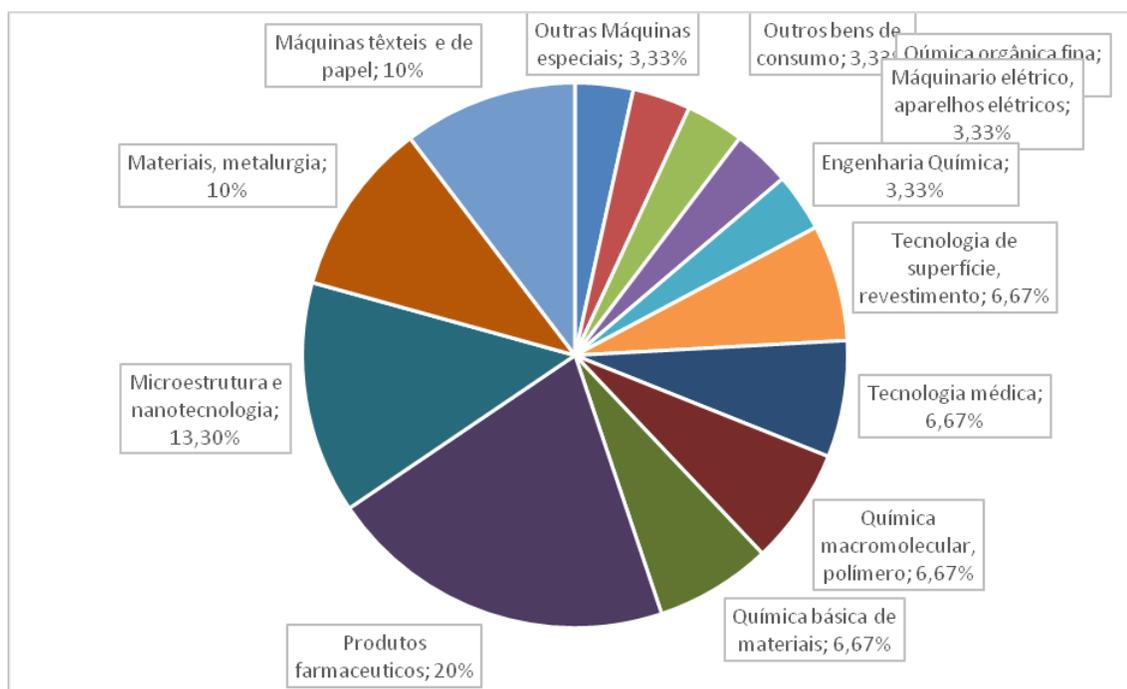


Figura 8 - Visão geral das tecnologias para Têxteis Funcionais com o uso de bioativos e nanomateriais

Fonte: Adaptada pela autora do *Orbit Intelligence* (2022)

A área farmacêutica destaca-se com patentes que trazem ao mercado tecnologia que utilizam bioativos e nanomateriais como auxílio a diagnósticos e intervenções na área médica. Algumas dessas tecnologias apresentam-se na forma de produto já pronto para uso humano, representando um avanço não só para a área de farmácia, como também para todas as áreas de saúde que envolvem a utilização de substâncias que elevem a saúde e o bem-estar das pessoas, a exemplo dos registros de patente n.º IN202041052202 (SOBHA *et al.*, 2020) e n.º EP2073848 (MAITRA; FELDMANN; BISHT, 2007).

Quanto ao estado legal dos registros de patentes, têm-se três unidades delas (27,3%) inativas, contra oito ativas (72,7%). Dentre as inativas, encontra-se a patente brasileira n.º BR102012031197 (DA SILVA SOBRINHO *et al.*, 2012), revogada em 1º de janeiro de 2021 por não ter realizado buscas preliminares em outros escritórios de patentes. Também em 2021, a patente chinesa n.º CN108484163 (BEILI, 2018) foi rejeitado o seu pedido após a publicação. Já a patente n.º RU2431472 (YAMSKOV *et al.*, 2009), que havia previsão de ser expirada em 25 de setembro, foi inativada por falta de pagamento de taxas.

No rol dos onze registros de patentes, oito encontram-se ativas, sendo que a patente n.º EP1973977 (FERENCZ; POLK; FALER, 2004) é a única protegida no Brasil e encontra-se licenciada para a multinacional *Industries PPG*; as demais não se encontram protegidas no país e podem ser elencadas como tecnologias a serem utilizadas como propulsoras de produtos têxteis no mercado brasileiro.

A partir da coleta de dados, verificou-se a predominância das proteções na América Latina, conforme Figura 9.

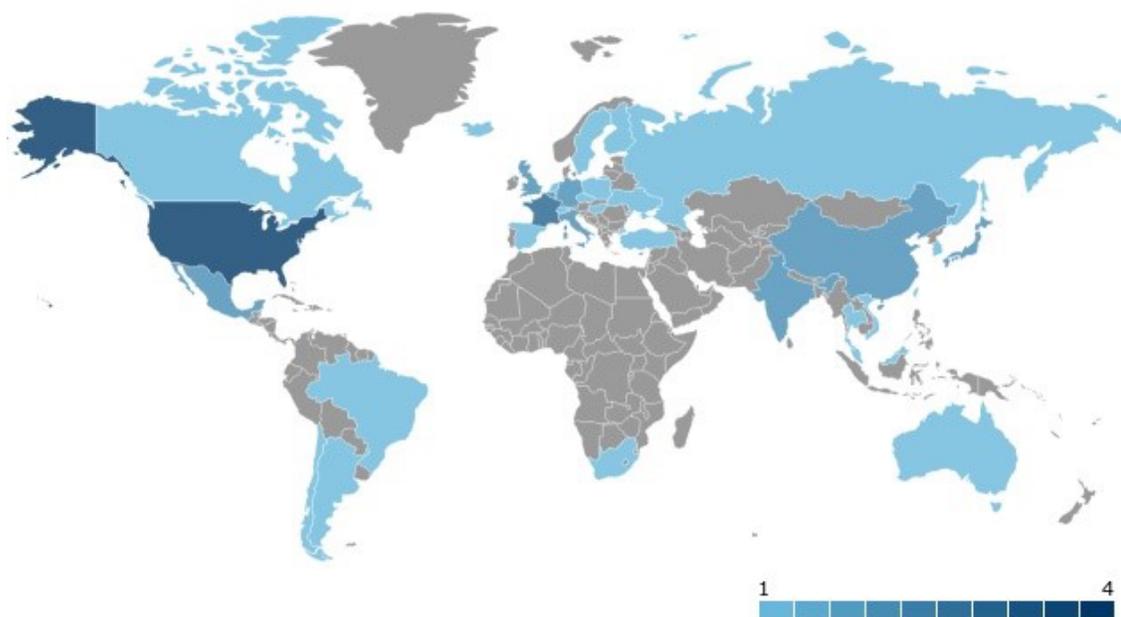


Figura 9 - Proteção de tecnologias para têxteis funcionais com o uso de bioativos e nanomateriais por país
 Fonte: Adaptada pela autora do *Orbit Intelligence* (2022)

Na América Central, tem-se a proteção de quatro patentes, são elas: EP3478326 (MAURO, 2016), EP2073848 (MAITRA; FELDMANN; BISHT, 2007),

EP1973977 (FERENCZ; POLK; FALER, 2004) e US9066885 (RAGHAVAN *et al*, 2008), todas nos EUA. A França vem em seguida com três registros de proteção em seu país, EP3478326 (MAURO, 2016) e EP1973977 (FERENCZ; POLK; FALER, 2004), protegidas também nos EUA, e FR3019743 (CHARLES; FRANCOIS, 2014) somente protegido nesse país. Após, têm-se países como Bélgica, China, Alemanha, União Europeia, Grã-Bretanha, Índia, Itália, Japão e México com dois registros de patentes protegidos em suas localidades, sendo que, com exceção do Japão, todos os outros países possuem proteção da patente EP1973977 (FERENCZ; POLK; FALER, 2004).

A patente EP1973977 (FERENCZ; POLK; FALER, 2004) tem o maior número de localidades em que se encontra protegida e destaca-se por ser um método em que pode ser usado uma diversidade de substâncias bioativas, favorecendo a diversidade de funcionalidades.

Observando o contexto dos registros de patentes protegidos no Brasil, pode-se comparar a relação forte com a indústria farmacêutica em nosso país no avanço das tecnologias, mostrando a busca desta área em novos produtos que atendam as necessidades da população.

A pesquisa foi realizada utilizando na plataforma *Orbit* com o critério de busca de proteção por país (Brasil). Após realizada a análise dos dados por gráficos na mesma plataforma, chegou-se ao universo de 897 219 de tecnologias protegidas no Brasil, onde há o domínio da área de farmácia (5,9%) em relação às outras áreas de estudo, porém é preciso observar a participação expressiva das áreas de química básica (5,8%) e de polímeros (3,5%).

Quanto à Classificação Patentária, tem-se a distribuição das tecnologias em sua maioria na classe A61 – Necessidades humanas/Ciência Médica ou Veterinária; Higiene, conforme Figura 10.

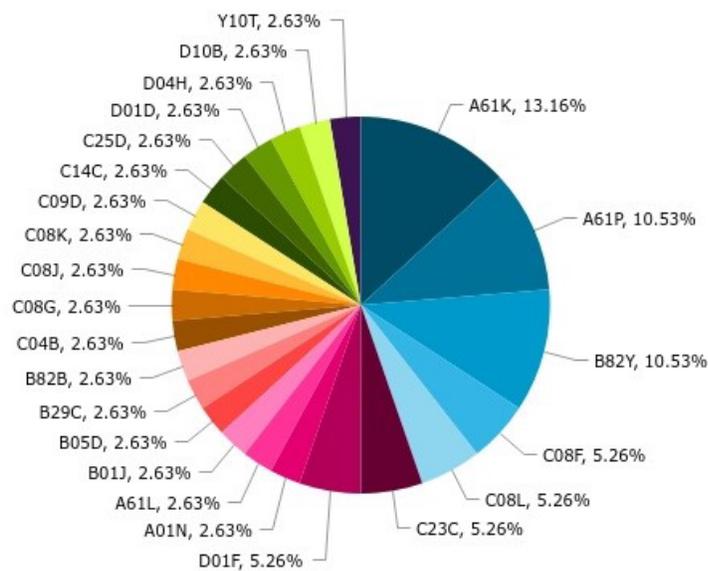


Figura 10 - Classificação Patentária das tecnologias com uso de bioativos e nanomateriais na indústria têxtil funcional

Fonte: Criada e adaptada pela autora do *Orbit Intelligence* (2022)

A classificação patentária A61, presente na maioria dos resultados, demonstra que os registros de patentes para a temática possui uma relação forte com métodos e produtos médicos e farmacêuticos para a liberação de substâncias que melhorem o bem-estar das pessoas.

Ao cruzar os dados dos registros das patentes encontradas com a principal classificação patentária no estudo (A61K), observa-se a conexão desses *players* com outras áreas de estudo além da farmacêutica, conforme Figura 11.

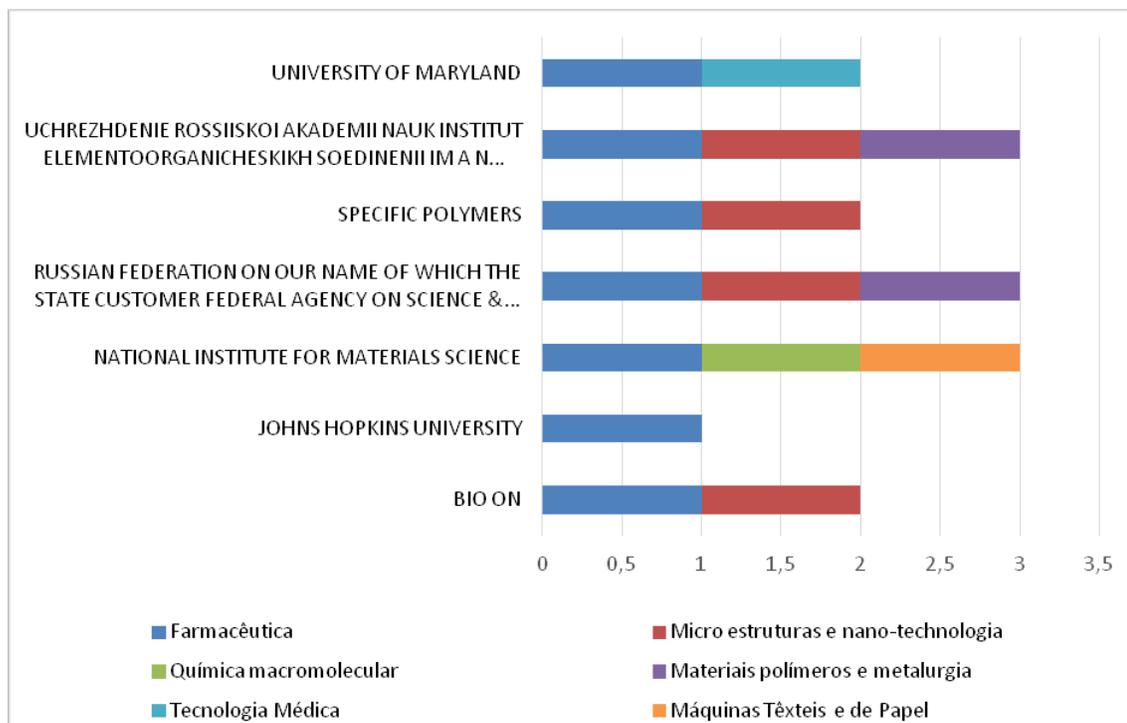


Figura 11 - Domínio das tecnologias pelos detentores das patentes com classificação patentária A61K
Fonte: Criada e adaptada pela autora a partir do *Orbit Intelligence*, 2022.

Entre os seis registros de patentes que possuem a classificação patentária A61K, percebe-se a participação de cessionários com atuação em outras áreas de estudo. A *University of Maryland* é uma instituição pública americana que atua com atividades de inovação, promovendo parcerias com outros institutos de ensino, empresas e indústrias, sendo a sua tecnologia dominante entre todos os seus registros de patentes a Química Macromolecular e Polímeros, apesar de, em específico para a tecnologia desse estudo, apresentar participação somente nas áreas tecnológicas farmacêutica e médica.

Já o Ministério da Indústria e Comércio da Federação Russa, representada pelos cessionários 2 e 4 da Figura 11, encontra-se com o único registro de patente atrelado a ele como inativo (RU2431472).

A *Specific Polymers* é uma empresa francesa de pesquisa química que atua no mercado de pesquisa e desenvolvimento, fazendo elo entre a academia e o mercado. O seu domínio tecnológico entre as patentes registradas está na Química Macromolecular e Polímeros, porém na patente registrada encontrada neste estudo tem-se a área de micro-estruturas e nanotecnologia como segunda área importante.

O *National Institute for Materials Science*, localizado no Japão, atua desde

1956 como instituição de pesquisa na área de ciências dos materiais, com materiais em nanoescala e tecnologias avançadas. Dentre as patentes registradas por ele, a área de estudo em materiais e metalúrgia se apresenta mais forte. Das tecnologias aqui estudadas, o Japão tem participação na área de Química Macromolecular e Máquinas Têxteis.

A *Johns Hopkins University* é uma universidade particular americana que preza pelo ensino atrelado à pesquisa. Possui uma forte conexão com a área da farmacêutica, como demonstra a Figura 11, e verificado no registro de suas patentes que também possui essa área de estudo como a principal.

A *Bio On* atua na produção de novos materiais sustentáveis e ecológicos. É uma empresa italiana e já possui produtos disponíveis a serem licenciados com essas características. Na Figura 11, apresenta-se como cessionário que compreendem, em sua área de estudo, a microestrutura e a nanotecnologia, mas no escopo geral de suas patentes há a predominância das macroestruturas e polímeros.

Compreende-se que esses detentores possuem grande capacidade de desenvolvimento e/ou licenciamento de tecnologias que atendam à indústria têxtil. Percebe-se a aparição, em dois desses cessionários, a área de estudo voltada à nanotecnologia, apesar de não ser a sua área de estudo com maior registros de patentes, o que provavelmente é explicado por a área de nanotecnologia ser recente, onde as suas tecnologias estão surgindo em forma de patente na atualidade.

Etapa 3 – Análise de Patentes Multicritério (Conexões entre os registros encontrados e a indústria têxtil)

No contexto da pesquisa, reitera-se a necessidade de elencar fatores que favoreçam o uso das tecnologias encontradas como alternativas à indústria têxtil. Dessa forma, os onze registros de patentes encontrados foram agrupados no Quadro 7, apontando suas classificações patentárias, área de estudo e suas possíveis áreas de negócios a que elas podem estar vinculadas.

Quadro 7 - Classificações patentárias, áreas de estudo e possíveis áreas de negócios para indústria têxtil

Item	Registro de Patente	Classificações Patentárias (IPC)	Área de Estudo	Possíveis áreas de negócios indústria têxtil
1	IN202041052202	A61L	Tecnologia medicinal.	Não se aplica. Produto direcionado ao uso medicinal específico.
2	EP1973977	B01J, B05D, B23B, B29C, B32B B41J, B82B, B82Y, C07D, C08F, C08G, C08H, C08J, C08K, C08L, C09B, C09C, C09D, C09F, C09J, C22C, C23C, C25D, F21V.	Química básica de materiais; Engenharia química; Máquinas elétricas, aparelhos, energia, ferramentas de máquinas; Química macromolecular, polímeros; Materiais, metalurgia; Microestruturas e nanotecnologia; Química orgânica fina; Outras máquinas especiais; Tecnologia de revestimento de superfícies; Máquinas de têxteis e papéis.	Têxteis esportivos, artigos para casa; Têxteis militares; Têxteis para revestimentos de automóveis e outros meios de transporte; Calçados.
3	CN211354183U	A45C	Outros bens de consumo.	Não se aplica. Modelo de utilidade com função definida.
4	EP3478326	A61K, A61P, B82Y.	Microestruturas e nanotecnologia, e Farmácia.	Têxteis esportivos; Têxteis de uso pessoal; Têxteis farmacêuticos para condução de substâncias.
5	CN108484163	C04B, D01F	Materiais, metalurgia e máquinas têxteis e de papel.	Têxteis farmacêuticos e medicinais na condução de substâncias.
6	US9066885	A61K, A61L, A61P.	Farmácia e tecnologia médica.	Não se aplica. Método direcionado aos usos farmacêutico e medicinal específicos.
7	EP2944711	A61K, A61P, C08F, D01D, D01F, D04H.	Química macromolecular, polímeros, e Máquinas têxteis e papel.	Têxteis esportivos; Têxteis de uso pessoal; Têxteis para artigos de casa; Têxteis para uso em revestimento de automóveis e outros transportes; Têxteis militares.
8	FR3019743	A61K, B82Y.	Microestruturas e nanotecnologia, e Farmácia.	Não se aplica. Método direcionado aos usos farmacêutico e medicinal específicos.
9	BR102012031197	A01N, C23C.	Tecnologia de revestimento de superfície.	Têxteis esportivos; Têxteis de uso pessoal; Têxteis para artigos de casa; Têxteis para uso em revestimento de automóveis e outros transportes; Têxteis

Item	Registro de Patente	Classificações Patentárias (IPC)	Área de Estudo	Possíveis áreas de negócios indústria têxtil
				militares.
10	EP2073848	A61K, A61P	Farmácia.	Não se aplica. Método direcionado aos usos farmacêutico e medicinal específicos.
11	RU2431472	A61K, B82B, C01G.	Materiais e metalurgia, Microestruturas e nanotecnologia, e Farmácia.	Não se aplica. Método direcionado aos usos farmacêutico e medicinal específicos.

Fonte: Criada pela autora a partir dos dados coletados do *Orbit Intelligence* (2022)

Os registros de patentes coletados demonstram que boa parte dessas tecnologias possuem uso definido e, em sua maioria, são para a área da saúde. Os demais registros foram catalogados de forma que, através de seus resumos e de suas classificações patentárias, possam ser utilizadas para o uso de outros nichos de mercado da indústria têxtil, como: têxteis esportivos; têxteis de uso pessoal; artigos para casa; têxteis militares; têxteis para revestimentos de automóveis e outros meios de transporte; e calçados.

Etapa 4 – Cenários Futuros

Utilizar novas tecnologias e novos materiais para a produção de artigos da indústria têxtil corrobora com o caminho percorrido pelo Brasil, atrelado à indústria 4.0, conectados com as necessidades humanas e a sustentabilidade requerida na utilização de recursos finitos.

Para os autores De Oliveira Claro, Claro e Amâncio (2008), um ponto comum entre as diversas definições de sustentabilidade está nas três dimensões que a compõem: econômica, ambiental e social. A dimensão econômica tem relação com estabilidade da rentabilidade ao longo do tempo; a dimensão ambiental, ou ecológica, associa-se à manutenção do ecossistema preservando seus componentes e as interações ali existentes; já a dimensão social tem relação com a compatibilidade da forma do manejo e organização do sistema com valores culturais e éticos do grupo social envolvido (DE CAMINO; MÜLLER, 1993).

A partir dessa premissa, para melhor identificar as possibilidades dos mercados da indústria têxtil, foi realizada a Matriz *SWOT* do mercado têxtil frente às tecnologias encontradas na pesquisa, atrelando a sua análise à perspectiva de novas tecnologias com o uso de materiais sustentáveis.

Através dos resultados encontrados para o registro de patentes, foi possível identificar alguns fatores que podem estar influenciando no desenvolvimento de tecnologias com bioativos e nanotecnologia para uso da indústria têxtil funcional, conforme Quadro 8.

Quadro 8 - Matriz *SWOT*

Análise Interna	FORÇAS	FRAQUEZAS
	Evolução da indústria 4.0; Cadeia produtiva dos têxteis completa no Brasil; Grande biodiversidade brasileira.	Falta de parceria com outras indústrias no desenvolvimento de novas tecnologias; Matéria-prima em escassez.
Análise Externa	OPORTUNIDADE	AMEAÇAS
	Aumento da necessidade de consumo de têxteis funcionais; Pouca ou nenhuma tecnologia protegida no Brasil com o uso de bioativos e nanotecnologia para têxteis; Crescente número de pesquisas de novas tecnologias sendo desenvolvidas no Brasil com o uso de bioativos e nanotecnologia para têxteis.	Grande participação dos países estrangeiros em tecnologias com o uso de bioativos e nanotecnologia para têxteis; Rápido avanço tecnológico; Instabilidade econômica; Novos produtos lançados ao mercado.

Fonte: Autoria própria (2022)

Analisar, por meio da Matriz *SWOT*, permite uma visão ampliada das reais oportunidades e/ou empecilhos que a indústria têxtil pode enfrentar diante da realidade do mundo atual. Utilizar a *SWOT* em momento de planejamento estratégico permite identificar recursos existentes, e investigar tendências e padrões benéficos ou ruins das empresas (GÜREL, 2017).

Fatores Internos – Forças X Fraquezas

Ao analisar os dados da indústria têxtil junto aos resultados encontrados para as patentes, tem-se na análise da *SWOT* as suas forças e suas fraquezas:

Forças

- Evolução da indústria 4.0 – A indústria têxtil tem-se ancorado na busca de tecnologias que aumentem a sua capacidade produtiva com menos desperdício e mais sustentabilidade;

- Cadeia produtiva dos têxteis completa no Brasil – O Brasil possui o privilégio de possuir a cadeia produtiva completa para os têxteis, desde a produção da matéria-prima até a confecção do produto final.

- Grande biodiversidade brasileira – O Brasil se apresenta como um país de

maior diversidade biológica, tendo a indústria têxtil possibilidade de explorar materiais dela oriundos como alternativa de matéria-prima.

As pesquisas realizadas com materiais oriundos da biodiversidade brasileira são promissoras e incrementam a busca por matéria-prima que atendam a evolução da indústria têxtil brasileira. Nenhuma pesquisa, dentro das prospecções bibliométricas e/ou patentárias desse estudo, utiliza-se de materiais específicos desta biodiversidade atrelado à nanotecnologia, demonstrando um vasto campo a ser explorado.

Fraquezas

- Outras indústrias no desenvolvimento de novas tecnologias têxteis – A participação de outras indústrias na produção de métodos e materiais que atendam as necessidades de higiene humana com base nos têxteis, a exemplo da indústria farmacêutica, enfraquece a participação da indústria têxtil em investimentos na busca de novos materiais.

- Matéria-prima em escassez – Uma das dificuldades da indústria têxtil está na quantidade relativa de matéria-prima necessária para suprir a produção dessa indústria.

No estudo realizado, a área farmacêutica é predominante, a exemplo das tecnologias US9066885 (RAGHAVAN *et al.*, 2008), FR3019743 (CHARLES; FRANCOIS, 2014), EP2073848 (MAITRA; FELDMANN; BISHT, 2007) e RU2431472 (YAMSKOV *et al.*, 2009), e, apesar de em sua maioria possuírem função própria para o uso farmacêutico/medicinal, são compostos de tecnologias capazes de proporcionar funcionalidades diversas aos têxteis, utilizando-se de nanoestruturas.

Fatores Externos – Oportunidades X Ameaças

Os dados encontrados para os registros de patentes evidenciam as oportunidades e as ameaças que essas tecnologias podem produzir na indústria têxtil.

Oportunidades

- Aumento da necessidade de consumo de têxteis funcionais – A necessidade de proteção e bem-estar produz na sociedade de consumo a procura por produtos que tenham benefícios além da estética, que tenham funcionalidades.

- Pouca ou nenhuma tecnologia protegida no Brasil com o uso de bioativos e nanotecnologia para têxteis – As pesquisas demonstraram que as tecnologias que

envolvem bioativos e nanotecnologia em têxteis quase não são protegidas no Brasil, demonstrando o desinteresse das indústrias locais em utilizar novas tecnologias desenvolvidas com finalidade de melhoria dos seus produtos.

- Crescente número de pesquisas de novas tecnologias sendo desenvolvidas com o uso de bioativos e nanotecnologia para têxteis – Apesar de haver poucos registros de patentes no Brasil com a temática do uso de bioativos e nanotecnologia para têxteis funcionais, há muitas pesquisas sendo realizadas à procura de novos materiais com características funcionais e sustentáveis.

As diversas pesquisas reveladas no estudo bibliométrico trazem a perspectiva de um campo de pesquisa amplo a ser explorado. Um dos estudos realizados por pesquisadores brasileiros aponta para uma promissora aplicação da biotecnologia. Trata-se de nanopartículas biogênicas de prata obtidas, biossíntese de um fungo e impregnadas em tecidos de algodão e poliéster, formando ação antimicrobiana nos tecidos (RODRIGUES *et al.*, 2019).

Ameaças

- Grande participação dos países estrangeiros em tecnologias com o uso de bioativos e nanotecnologia para têxteis – Os países estrangeiros estão à frente do Brasil em pesquisas e desenvolvimento de tecnologias com o uso de bioativos e nanotecnologias, favorecendo a concorrência e a captação de novos nichos de mercado;

- Rápido avanço tecnológico – O rápido avanço tecnológico da indústria possibilita um aumento da necessidade de inovação, seja em métodos de produção ou em novos produtos.

- Instabilidade econômica – A instabilidade econômica causada pelas frequentes crises que o mundo vem passando acarreta incertezas e falta de recursos para investimentos.

- Novos produtos lançados – Novos produtos lançados no mercado globalizado cooperam com a necessidade cíclica de novos produtos cada vez mais inovadores.

As ameaças possuem um elo com as oportunidades, é a partir delas que surge a necessidade de melhoria e, conseqüentemente, inovação. No campo tecnológico deste estudo, observou-se a fragilidade brasileira frente aos outros países, tecnologias registradas, em sua maioria, não são protegidas no Brasil. Além disso, o país precisa acompanhar o avanço tecnológico veloz e a abundância de

produtos lançados no mercado interno que, na maioria das vezes, vem do exterior.

A partir dessas sentenças, percebe-se o quão fundamental é analisar a necessidade de adequar-se a novos conceitos, métodos e processos que favoreçam a inovação de produtos com intuito de atender a sociedade, além de que, no sentido econômico, é a partir daí que o invento, ao se tornar rentável, caracteriza-se como inovação (SCHUMPETER, 1998).

Para alinhar essas premissas ao desenvolvimento sustentável com responsabilidade social e ambiental, é preciso compreender o processo de inovação tecnológica como ampla e inteira de todos os seus possíveis participantes. A quintupla hélice evidencia essa participação, e traz a necessidade de uma inovação que seja transformadora para a sociedade, através do seu olhar como participante do processo, atrelada à sustentabilidade do seu desenvolvimento e ao crescimento econômico sustentável (KHOLIIVKO *et al.*, 2021).

A Figura 12 traz consigo a perspectiva das patentes protegidas sob a ótica da quintupla hélice e sua relação com as forças de Porter (1998) para desenvolvimento de um conceito de inovação disruptiva e ampla.

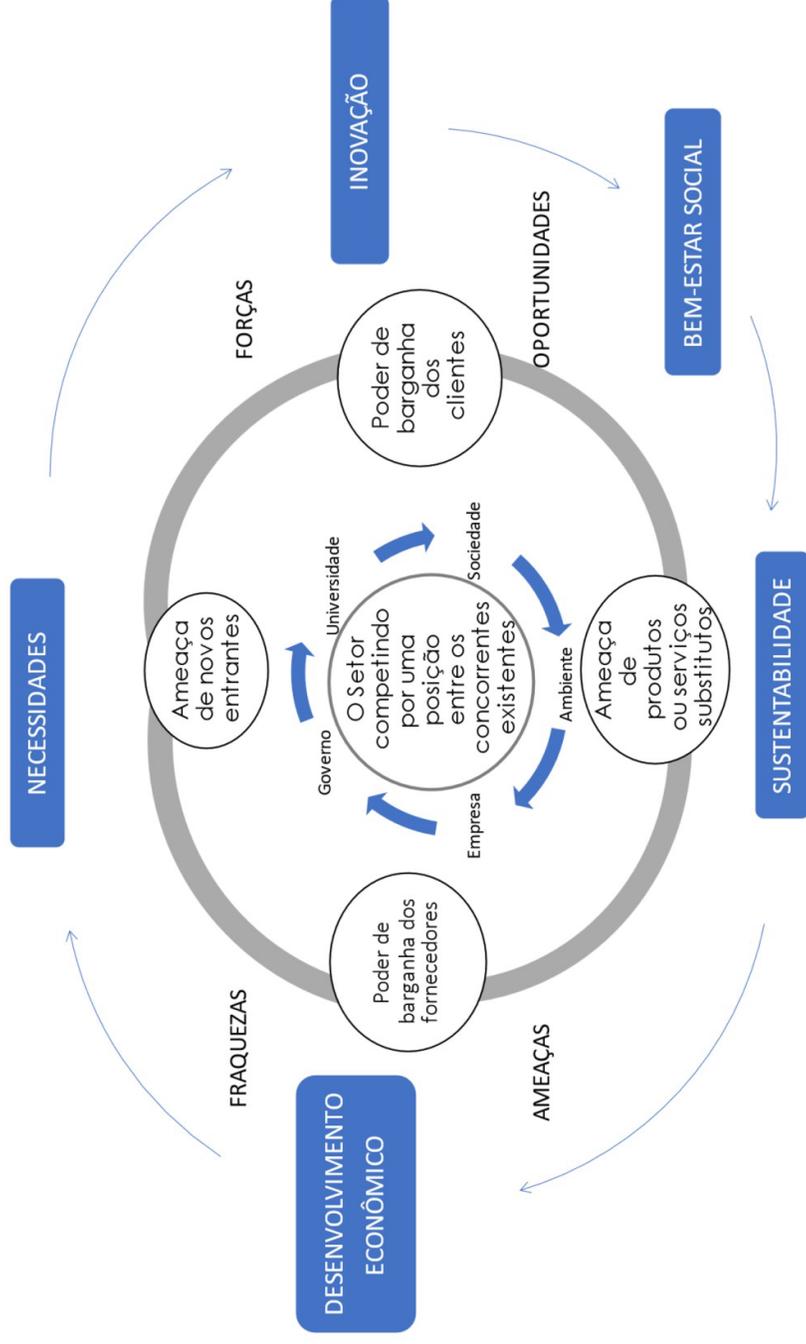


Figura 12 - Proposição de diagrama disruptivo/incremental de tecnologias inovadoras que alcancem novas áreas de produtos ainda não delimitadas
 Fonte: Autoria própria (2022) a partir de adaptações de Porter (1998)

Na Figura 12, apresenta-se a interrelação Matriz *SWOT*, forças de Porter e atores da quintupla hélice, numa visão compreendida a partir da possibilidade de atender às necessidades humanas através da inovação, gerando um ciclo inovativo com a inserção dos cinco atores da quintupla hélice, elevando a capacidade produtiva das empresas através da sustentabilidade, do bem-estar social e do desenvolvimento econômico sustentável. Para Grundel e Dahlström (2016), os atores/sistemas da quintupla hélice formam subsistemas que se movem conforme o conhecimento gerado de forma circular, levando a novos conhecimentos e inovações.

As fraquezas internas e ameaças externas de uma organização com as necessidades por novos processos/produtos requeridos podem atuar como agentes impulsionadores para a inovação. As forças de Porter, atuando como agente integrador da organização com o ambiente que está inserido, viabiliza a formulação de estratégias competitivas (PORTER,1998).

Nesse processo de busca de estratégias e soluções, a inovação surge como potencializadora das forças das organizações e de suas oportunidades, elevando a capacidade de geração de ofertas/demandas para atingir o desenvolvimento social e econômico.

Diante do processo de inovação, as tecnologias encontradas na pesquisa demonstraram ser utilizadas em outras áreas produtivas, o que não inviabiliza a utilização destas na indústria têxtil. Lundvall (1992) acredita no processo de inovação quando enraizado no aprendizado de atividades rotineiras. Espera-se que as atividades inovativas sejam incrementais, além de ampliar o olhar sobre as tecnologias protegidas por registros de patentes em áreas conexas e afins à da indústria têxtil.

7 ENTREGÁVEIS DE ACORDO COM OS PRODUTOS DO TCC

Serão entregues como produtos desenvolvidos no mestrado os seguintes itens:

- Texto dissertativo;
- Artigo científico original, submetido à Revista Qualis B1 (BASE – Revista de Administração e Contabilidade da Unisinos).

8 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos a partir das prospecções bibliométrica e patentária oportunizaram compreender as possibilidades da indústria têxtil a partir das tecnologias em estudo e já patenteadas, atingindo, a questão central da pesquisa.

A revisão literária, realizada no princípio da pesquisa, ancorou a base científica, com informações sobre as oportunidades para a indústria têxtil funcional, seus desafios e possibilidades, quanto à biodiversidade e à nanotecnologia. Além disso, foram abordados conceitos sobre inovação e políticas públicas para novos materiais em nanoescala.

No que tange à análise das tecnologias relacionadas à indústria têxtil, a pesquisa revelou suas potencialidades, sendo muitas e em ascensão, mas ainda se encontram com pequena exploração no Brasil. Foram verificadas as tecnologias registradas e aquelas ainda em estudo que atendam à indústria têxtil, observando a junção do uso de bioativos com materiais nanotecnológicos. Dentre as tecnologias encontradas, foram identificadas as que não são protegidas no Brasil e que possuem potencial uso na indústria têxtil funcional. Essas tecnologias congregam para o desenvolvimento de novos produtos funcionais, com uso de bioativo e nanotecnologia, dentro dos nichos de exploração dessa área da indústria.

O contexto metodológico foi orientado a compreender as tecnologias encontradas na prospecção patentária usando as palavras-chave com o suporte de conceitos como a quintupla hélice, a Matriz *SWOT* e as forças de Porter. As quatro fases metodológicas realizadas levaram à conexão entre as tecnologias encontradas e as possibilidades para a indústria têxtil funcional.

Nesse contexto, foram utilizadas as bases de dados científicos *Scopus* e *Web of Science*, e as bases patentárias *Orbit*, *Lens* e INPI para o resgate de informações acerca das tecnologias com o uso de bioativos e nanomateriais para utilização na indústria têxtil funcional. Os resultados apontaram para subtemas de estudo (bioativos, nanotecnologia e indústria têxtil funcional) em ascensão, mas ainda pouco conectados. Estudos científicos e tecnológicos com o uso de nanomateriais tornam-se mais evidentes quando relacionados aos bioativos.

Os registros de patentes n.º EP1973977 (FERENCZ; POLK; FALER, 2004), EP3478326 (MAURO, 2016), n.º CN108484163 (BEILI, 2018), n.º EP2944711 (MITSUHIRO; TAKAO; KOICHIRO, 2014) e n.º BR102012031197 (DA SILVA

SOBRINHO *et al.*, 2012) destacam-se como tecnologias que possuem características em seu desenvolvimento que poderão ser utilizadas em outros ramos da indústria, com foco na indústria têxtil, permitindo o desenvolvimento de produtos funcionais com propriedades antimicrobianas, especialmente para o ramo de têxteis esportivos.

Apesar de poucas tecnologias protegidas encontradas serem utilizadas como suporte à inovação na indústria têxtil, foi possível realizar análise com olhar ampliado para a discussão sobre desenvolvimento econômico e sustentável, a partir da inovação na indústria têxtil funcional. Esses registros despertam a necessidade de discussão sobre o uso de inovação observando aspectos sociais, ambientais e sustentáveis.

Os desafios encontrados no decorrer da pesquisa demonstram que ainda há caminhos a serem percorridos para o melhor aproveitamento das tecnologias com uso de bioativos e nanomateriais para a indústria têxtil. Entende-se que se faz necessário uma maior cooperação entre as indústrias de diversas áreas na busca colaborativa de tecnologias que atendam às necessidades humanas.

Além disso, é perceptível a falta de cultura do Brasil em registros de patentes com as tecnologias foco da pesquisa, uma lacuna precisa ser preenchida entre o que é produzido nos institutos de pesquisa brasileiros e a colocação dos seus resultados no mercado.

As limitações da pesquisa existiram e a partir delas poderão surgir o preenchimento de algumas lacunas identificadas: evidência e amplitude dos temas bioativos e nanotecnologia, elevando à diversidade de achados com propósitos diferentes ao da pesquisa, demandando um maior arcabouço teórico que dê sustentação ao estudo; ausência de prospecção tecnológica em institutos de pesquisa que possuam áreas de estudo voltados para o uso de bioativos e/ou nanotecnologias, possibilitando a junção de possíveis tecnologias isoladas nesses dois temas.

Ainda assim, a pesquisa possui relevância significativa ao apresentar possibilidades para a indústria têxtil por meio de investigações realizadas por centros especializados em pesquisa e desenvolvimento, aproximando o mercado das oportunidades que o estudo científico e tecnológico pode oferecer. Dessa forma, poderá permitir que a inovação aconteça dentro de um ciclo contínuo, ancorado nos atores da quádrupla hélice e no setor em desenvolvimento sustentável crescente.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA TÊXTIL. Perfil do setor. 2020. Disponível em: <https://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor>. Acesso em: 23 abr. 2021.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. Sondagem de Inovação. 2019. Disponível em: https://api.abdi.com.br/filemanager/upload/files/Sondagem_Inovacao_3_Trim_2019.pdf. Acesso em: 23 abr. 2021.

AGUIAR, S. S. *et al.* Contribuição das capacidades dinâmicas para a inovação sob a lente dos microfundamentos. **Revista Gestão Organizacional**, Chapecó, v. 13, n. 3, p. 53-70, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.22277/rgo.v13i3.5106>. Acesso em: 2 jul. 2022.

AGUILERA, J.; COLERATO, M. **Fios da moda**: perspectiva sistêmica para circularidade. São Paulo: Modifica, 2021. Disponível em: <https://reports.modifica.com.br/fios-da-moda/library/downloads/modifica-report-FIBRAS-TEXTEIS-2021.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2022.

ALBUQUERQUE, E. da M. e. Patents according to the neo-Schumpeterian approach: an introductory discussion. **Brazilian Journal of Political Economy**, [s. l.], v. 18, n. 4, p. 561-580, 1998. Disponível em: <https://centrodeeconomiapolitica.org/repos/index.php/journal/article/view/1151>. Acesso em: 2 jul. 2022.

ALMEIDA, R. D. dos A.; MONTE, E. Z.; GRASSI, R. A. Estratégia de inovar? Uma resenha da literatura recente e novas evidências para os diversos setores da economia brasileira a partir da PINTEC. **Revista de Economia**, Curitiba, v. 41, n. 76, p. 430-458, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/re.v41i76.69334>. Acesso em: 13 jul. 2021.

AMARAL, T. B. S. *et al.* Nanomateriais e dispositivos para a área de defesa. **Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação**, [s. l.], v. e18, n. e18, p. 409-420, 2019.

AMARASINGHE, K. Bio-piracy and its impact on Biodiversity: a special review on Sri Lankan context. **Journal of Environmental Protection Science**, ISSN 2152-2219, versão *online*, v. 269, 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fwww.scirp.org%2Fjournal%2Fjep>. Acesso em: 12 maio 2022.

ANDRA, S. *et al.* Emerging Nanomaterials for Antibacterial Textile Fabrication. Naunyn-Schmiedeberg's **Archives of Pharmacology**, [s. l.], v. 394, p. 1355-1382, 2021. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00210-021-02064-8#citeas>. Acesso em: 20 maio 2022.

ARAÚJO, C. Bibliometria: evolução história e questões atuais. **Em Questão**, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 11-32, jan./jun. 2006.

ARAÚJO, W. C. O.; DA SILVA, E. L.; RADOS, G. J. V. Inovação, Competitividade e Informação: Breves Reflexões. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, João Pessoa, v. 7, n. 2, p. 98-121, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21714/2236-417X2017v7n2p98>. Acesso em: 10 maio 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PESQUISA E INOVAÇÃO INDUSTRIAL. Institucional. Quem somos. 2022. Disponível em: <https://embrapii.org.br/institucional/quem-somos/>. Acesso em: 13 maio 2022.

ATANASOVA, D.; STANEVA, D.; GRABCHEV, I. Textile materials modified with stimuli-responsive drug carrier for skin topical and transdermal delivery. **Materials**, [s. l.], v. 14, n. 4, p. 930, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ma14040930>. Acesso em: 3 maio 2022.

AUDY, J. A inovação, o desenvolvimento e o papel da Universidade. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 31, p. 75-87, 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/rtKFhmw4MF6TPm7wH9HSpFK/?lang=pt>. Acesso em: 10 maio 2022.

BAI, C. *et al.* Industry 4.0 technologies assessment: A sustainability perspective. **International Journal of Production Economics**, [s. l.], v. 229, p. 107776, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107776>. Acesso em: 15 maio 2022.

BAIG, N.; KAMMAKAKAM, I.; FALATH, W. Nanomaterials: A review of synthesis methods, properties, recent progress, and challenges. **Materials Advances**, [s. l.], v. 2, n. 6, p. 1821-1871, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1039/D0MA00807A>. Acesso em: 10 maio 2022.

BEILI, G. **Preparation method of zirconium nano-ceramic biological wave energy functional fiber**. Depositante: Jiangsu College of Engineering & Technology. CN108484163. Depósito: 17 maio 2018. Concessão: 9 abr. 2018. Disponível em: <https://permalink.orbit.com/RenderStaticFirstPage?XPN=EKBYV5Xf5fyWWDIDFNKiuZNXe7dphUsu7KxJINoFg8l%3D%26n%3D1&id=0&base=FAMPAT>. Acesso em: 20 maio 2022.

BOH PODGORNIK, B.; ŠANDRIĆ, S.; KERT, M. Microencapsulation for functional textile coatings with emphasis on biodegradability - a systematic review. **Coatings**, [s. l.], v. 11, n. 11, p. 1371, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/coatings11111371>. Acesso em: 20 maio 2022.

BORNIA, A. C.; ALMEIDA, D. M.; DA SILVA, E. F. Indústrias inovadoras e a utilização dos incentivos fiscais à inovação tecnológica da Lei do Bem. **Contabilidad y Negocios**, Lima, Perú, v. 15, n. 29, p. 107-126, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.18800/contabilidad.202001.007>. Acesso em: 28 maio 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Convenção sobre diversidade biológica**. Série Biodiversidade n. 1. Brasília/DF: MMA, 2010. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/textoconvenoportugus.pdf>. Acesso em: 21 maio 2021.

BRASIL. **Lei nº 13.123, de 20 de maio de 2015**. Dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, sobre a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado e sobre a repartição de benefícios para conservação e uso sustentável. Brasília/DF: Presidência da República, 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13123.htm. Acesso em: 20 maio 2021.

BRASIL. **Lei n. 13.243, de 11 de janeiro de 2016**. Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação. Brasília/DF: Presidência da República, 2016. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/l13243.htm#:~:text=1%C2%BA%20Esta%20Lei%20estabelece%20medidas,Pa%C3%Ads%2C%20nos%20termos%20dos%20arts. Acesso em: 17 maio 2021.

BRASIL. **Projeto de Lei n. 880/2019**. Institui o Marco Legal da Nanotecnologia e Materiais Avançados; dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação nanotecnológica; altera as Leis nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, e nº 8.666, de 21 de junho de 1993; e dá outras providências. Brasília/DF: Senado Federal, 2019. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=7919258&ts=1594030997316&disposition=inline>. Acesso em: 20 maio 2022.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **Boletim Diário MCTI de 29 de junho de 2022**. Brasília/DF: MCTIC, 2022. Disponível em: <https://repositorio.mctic.gov.br/handle/mctic/4300>. Acesso em: 27 nov. 2021.

BRUNO, F. da S. **A quarta revolução industrial do setor têxtil e de confecção: a visão de futuro para 2030**. 1. ed. São Paulo: Estação das Letras e Cores, 2016. *E-book*. (149 p.). Disponível em: https://www.abit.org.br/uploads/arquivos/A_quarta_revolucao_industrial_do_setor_textil_e_de_confeccao.pdf. Acesso em: 12 maio 2021.

BUFREM, L. S.; SILVEIRA, M.; FREITAS, J. L. Políticas de ciência, tecnologia e inovação no Brasil: panorama histórico e contemporâneo. **P2P E INOVAÇÃO**, [s. l.], v. 5, n. 1, p. 6-25, 2018.

CALDEIRA, A.; MEDEIROS JR., A. de; PEREZ, G. Innovation as influence factor in competitiveness of brazilian textile supply chain: the vision managers. **Mises: Interdisciplinary Journal of Philosophy, Law and Economics**, São Paulo, v. 6, n. 2, may/aug. 2018. Disponível em: <https://misesjournal.org.br/misesjournal/article/view/859>. Acesso em: 1 set. 2022.

CAMARGO, R. B. *et al.* Reflexões sobre a importância do aporte financeiro para a pesquisa científica brasileira com produtos naturais. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 10, n. 5, p. e43110515001-e43110515001, 2021.

CANCI, E. Crescimento econômico e inovação: uma estimativa da fronteira de

possibilidades de inovação. **Brazilian Journal of Political Economy**, São Paulo, v. 41, n. 1, p. 155-175, 2021.

CARAYANNIS, E. G.; CAMPBELL, D. F. J.; GRIGOROUDIS, E. Helix trilogy: The triple, quadruple, and quintuple innovation helices from a theory, policy, and practice set of perspectives. **Journal of the Knowledge Economy**, Switzerland, n. 13, p. 2272-2301, 2021.

CARVALHO, E. G. de *et al.* Technological strategies in Brazil's manufacturing industry: a study based on innovative activities. **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas, SP, v. 20, e021007, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.20396/rbi.v20i00.8659257>. Acesso em: 1 set. 2021.

CAVALCANTI, A. M.; SANTOS, G. F. A Indústria têxtil no Brasil: uma análise da importância da competitividade frente ao contexto mundial. **Exacta**, São Paulo, SP, v. 20, n. 3, 2022. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/exacta/article/view/17784>. Acesso em: 24 maio 2021.

CHARLES, L. C. J.; FRANCOIS, B. J. **Composition of nanoparticles covered with a stabilizer layer composed of multifunctional polymers bearing functional groups of the phosphors biodistribution/targeting**. Depositante: Specific Polymers. FR3019743. Depósito: 9 abr. 2014. Concessão: 16 out. 2015. Disponível em: <https://permalink.orbit.com/RenderStaticFirstPage?XPN=Z0AteaMRxZKeccOAsqvWAnfDUqIXTJ5uwQdFuycu4uk%3D%26n%3D1&id=0&base=FAMPAT>. Acesso em: 20 maio 2022.

CHETHIPUZHA, M. *et al.* Embracing nanotechnology concepts in the electronics industry. *In*: THOMAS, S.; KALARIKKAL, N.; ABRAHAM, A. R. **Fundamentals and Properties of Multifunctional Nanomaterials**. 1. ed. Amsterdam: Elsevier, 2021. p. 405-421.

CHUEKE, G. V.; AMATUCCI, M. O que é bibliometria? Uma introdução ao fórum. **Internext**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 1-5, maio/ago. 2015.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. Sondagem Industrial. Indicadores Econômicos CNI. **Portal da Indústria**, v. 24, n. 3, mar. 2021. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/sondagem-industrial/>. Acesso em: 20 maio 2021.

CROCCO, M. A.; FEIL, F. Um ensaio sobre riscos ambientais e estabilidade do sistema financeiro: o caso do Brasil no pós-pandemia. *In*: BERCOVICI, G.; SICSÚ, J.; AGUIAR, R. (orgs.) **Utopias para reconstruir o Brasil**. 1. ed. São Paul/SP: Editora Quartier Latin, 2019.

DA SILVA SOBRINHO, A. S. *et al.* **Tela polimérica revestida de nanofilmes ou nanopartículas de metais funcionais e/ou seus óxidos, com ou sem nanofilmes de carbono, com características bactericida, bacteriostática e biocompatibilidade, e processo de obtenção por meio de técnicas assistidas a plasmas frios**. Depositante: Instituto Tecnológico de Aeronáutica.

BR102012031197. Depósito: 7 dez. 2012. Concessão: 24 dez. 2013. Disponível em: <https://permalink.orbit.com/RenderStaticFirstPage?XPN=XrVZE4vOJcYMAR3bXHcHf8Exnvlz5kLrfqHome9U%252B8A%3D%26n%3D1&id=0&base=FAMPAT>. Acesso em: 20 maio 2022.

DANDOLINI *et al.* **Inovação social, negócios sociais e desenvolvimento sustentável**. Nova Xavante/MT: Editora Pantanal, 2020. *E-book* (96 p.). Disponível em: <https://editorapantanal.com.br/ebooks/2020/inovacao-social-negocios-sociais-e-desenvolvimento-sustentavel/ebook.pdf>. Acesso em: 28 maio. 2022.

DE CAMINO, V. R.; MÜLLER, S. **Sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales**: bases para establecer indicadores. San José/CR: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, 1993. Disponível em: <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/8137/BVE19040265e.PDF?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 30 jun. 2022.

DE NEGRI, F. **Novos caminhos para a inovação no Brasil**. Washington, DC: Wilson Center, 2018. 159 p. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/8441>. Acesso em: 16 abr. 2021.

DE OLIVEIRA CLARO, P. B.; CLARO, D. P.; AMÂNCIO, R. Entendendo o conceito de sustentabilidade nas organizações. **Revista de Administração-RAUSP**, São Paulo, SP, v. 43, n. 4, p. 289-300, 2008. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rausp/article/view/44483>. Acesso em: 6 abr. 2021.

DE SOUZA, D. L.; ZAMBALDE, A. L. Uma visão geral da literatura sobre prospecção de tecnologias futuras: características, desafios e tendências. **Revista Gestão & Tecnologia**, Pedro Leopoldo, MG, v. 18, n. 3, p. 261-281, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.20397/2177-6652/2018.v18i3.1264>. Acesso em: 20 ago. 2021.

DERA, M. W.; TESEME, W. B. Review on the application of food nanotechnology in food processing. **American Journal of Engineering and Technology Management**, Nova York, v. 5, n. 2, p. 41-47, 2020.

DIAS, R. F.; CARVALHO FILHO, C. Bioeconomia no Brasil e no mundo: panorama atual e perspectivas. **Revista Virtual de Química**, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 410-430, 2017. Disponível em: <http://static.sites.s bq.org.br/rvq.s bq.org.br/pdf/v9n1a23.pdf>. Acesso em: 3 jul. 2021.

DOS SANTOS, D. M. *et al.* Advances in functional polymer nanofibers: from spinning fabrication techniques to recent biomedical applications. **ACS Applied Materials & Interfaces**, [s. l.], v. 12, n. 41, p. 45673-45701, 2020. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsmi.0c12410>. Acesso em: 19 jul. 2021.

DRIDI, D. *et al.* Enhanced antibacterial efficiency of cellulosic fibers: microencapsulation and green grafting strategies. **Coatings**, [s. l.], v. 11, n. 980. P. 1-10, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2079-6412/11/8/980>. Acesso em: 9 jul. 2021.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Towards the circular economy**: economic

and business rationale for an accelerated transition. 2013. Disponível em: https://www.werktrends.nl/app/uploads/2015/06/Rapport_McKinsey-Towards_A_Circular_Economy.pdf. Acesso em 21 jun. 2022.

EL-SAYED, A.; KAMEL, M. Advanced applications of nanotechnology in veterinary medicine. **Environmental Science Pollution Research**, Switzerland, v. 27, p. 19073-19086, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3913-y>. Acesso em: 5 jul. 2021.

ENGELMANN, W.; GAYMARD, S.; HOHENDORFF, R. Von. The legal perception of the risks of nanotechnologies in the environment: challenges and possibilities in the construction of a framework. **Veredas do Direito**, Belo Horizonte, v. 15, n. 33, 2018. Disponível em: <http://dx.org/10.18623/rvd.v15i33.1298>. Acesso em: 10 jul. 2021.

ESSIEN, S. O.; YOUNG, B.; BAROUTIAN, S. Recent advances in subcritical water and supercritical carbon dioxide extraction of bioactive compounds from plant materials. **Trends in Food Science & Technology**, [s. l.], v. 97, p. 156-169, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.01.014>. Acesso em: 18 out. 2021.

ETZKOWITZ, H.; ZHOU, C. Hélice tríplice: inovação e empreendedorismo universidade-indústria-governo. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 31, n. 90, p. 23-48, maio/ago. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-40142017.3190003>. Acesso em: 18 out. 2021.

FECHINE, P. B. A.(org.). **Avanços no desenvolvimento de nanomateriais**. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2020. *E-book* (303 p.). Disponível em: http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/55633/1/2020_liv_pbafachine.pdf. Acesso em: 27 nov. 2021.

FERENCZ, J. M; W.; POLK, D.; FALER, D. L. **Aqueous dispersions of polymer-enclosed particles, related coating compositions and coated substrates**. Depositante: PPG Industries. EP1973977. Depósito: 24 jun. 2004. Concessão: 1 out. 2008. Disponível em: <https://permalink.orbit.com/RenderStaticFirstPage?XPN=2qh3rJVSpundGqGyRhNS9XfDUqlXTJ5uwQdFuycu4uk%3D%26n%3D1&id=0&base=FAMPAT>. Acesso em: 20 maio 2022.

FERNANDES, D. R. Uma visão sobre a análise da matriz SWOT como ferramenta para elaboração da estratégia. **Revista de Ciências Jurídicas e Empresariais**, [s. l.], v. 13, n. 2, 2012. Disponível em: <https://revista.pgskroton.com/index.php/juridicas/article/view/720>. Acesso em: 20 maio 2022.

FILLETI, J. P.; BOLDRIN, R. A indústria têxtil no Brasil: um modelo econométrico analisando a hipótese de desindustrialização setorial. **Economia e Sociedade**, Campinas, v. 29, n. 3, p. 861-890, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1982-3533.2020v29n3art08>. Acesso em: 28 jun. 2021.

FLORES, N. C.; CORRÊA, A. B. de G. As investigações em biotecnologia e suas implicações para o direito. **Revista Brasileira de Direito**, Passo Fundo, RS, v. 13, n.

2, p. 294-316, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18256/2238-0604/revistadedireito.v13n2p294-316>. Acesso em: 28 jun. 2021.

FRANK, J. *et al.* Terms and nomenclature used for plant-derived components in nutrition and related research: efforts toward harmonization. **Nutrition Reviews**, [s. l.], v. 78, n. 6, p. 451-458, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuz081>. Acesso em: 8 jun. 2021.

FYTIANOS, G.; RAHDAR, A.; KYZAS, G. Z. Nanomateriais em cosméticos: atualizações recentes. **Nanomateriais**, [s. l.], v. 10, n. 5, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2079-4991/10/5/979>. Acesso em: 8 jun. 2021.

GARCEZ JR., S. S.; ELOY, B. R.; SANTOS, J. A. B. dos. A qualidade dos privilégios patentários concedidos no Brasil sob a ótica das ações judiciais de nulidade de patentes. **Revista Direito GV**, São Paulo, v. 17, n. 1, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2317-6172202116>. Acesso em: 10 jun. 2021.

GOMÉZ, C. R. P.; CORREIA, S. E. N.; OLIVEIRA, V. M. de. Inovações sociais e seus níveis de análise: o caso PATAAC-PB. **Gestão e Desenvolvimento**, Novo Hamburgo, RS, v. 15, n. 2, p. 157-180, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.25112/rgd.v15i2.1544>. Acesso em: 23 ago. 2021.

GRUNDEL, I.; DAHLSTRÖM, M. A. Quadruple and quintuple helix approach to regional innovation systems in the transformation to a forestry-based bioeconomy. **Journal of the Knowledge Economy**, [s. l.], n. 7, p. 963-983, 2016.

GUAADAOU, A. *et al.* What is a bioactive compound? A combined definition for a preliminary consensus. **International Journal of Nutrition and Food Sciences**, [s. l.], v. 3, n. 3, p. 174-179, May, 2014.

GÜREL, E. SWOT analysis: a theoretical review. **Journal of International Social Research**, [s. l.], v. 10, n. 51, p. 994-1006, ago. 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/319367788_SWOT_ANALYSIS_A_THEORETICAL_REVIEW. Acesso em: 23 ago. 2021.

HAMID, S.; MIR, M. Y.; ROHELA, G. K. Novel coronavirus disease (COVID-19): a pandemic (epidemiology, pathogenesis and potential therapeutics). **New Microbes New Infect**, [s. l.], v. 35, may, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.nmni.2020.100679>. Acesso em: 20 ago. 2021.

HARDY, B.; SEVER, C. Financial crises and innovation. **European Economic Review**, [s. l.], v. 138, p. 103856, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eurocorev.2021.103856>. Acesso em: 24 ago. 2021.

HUPFFER, H. M.; LAZZARETTI, L. L. Nanotecnologia e sua Regulamentação no Brasil. **Revista Gestão e Desenvolvimento**, Novo Hamburgo, RS, v. 16, n. 3, p. 153-177, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.25112/rgd.v16i3.1792>. Acesso em: 4 ago. 2021.

IDUMAH, C. I.; EZIKA, A. C.; ENWEREM, U. E. A review on biomolecular

immobilization of polymeric textile biocomposites, bionanocomposites, and nano-biocomposites. **The Journal of The Textile Institute**, Londres, p. 2016-2031, jan. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00405000.2021.1957277>. Acesso em: 5 set. 2021.

INSTITUTO DE ESTUDOS E MARKETING INDUSTRIAL. **Brasil têxtil**: relatório setorial da indústria têxtil brasileira 2019. São Paulo: IEMI, 2019.

INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Indicadores de Propriedade Industrial 2020**: o uso do sistema de propriedade industrial no Brasil. Rio de Janeiro: INPI, 2021. Disponível em: https://www.gov.br/inpi/pt-br/aceso-a-informacao/pasta-x/boletim-mensal/arquivos/documentos/indicadores-2020_aecon_vf-27-01-2021.pdf. Acesso em: 17 maio 2021.

JAMSHAD, H. *et al.* Natural fiber based antibacterial, wound healing surgical sutures by the application of herbal antimicrobial compounds. **Journal of Natural Fibers**, Londres, v.12, p.1-6, nov. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15440478.2021.1988798>. Acesso em: 23 set. 2021.

JANARTHANAN, M.; SENTHIL KUMAR, M. The properties of bioactive substances obtained from seaweeds and their applications in textile industries. **Journal of Industrial Textiles**, [s. l.], v. 48, n. 1, p. 361-401, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1528083717692596>. Acesso em: 29 set. 2021.

JYOTHI, S. S. *et al.* Microencapsulation: a review. **International Journal of Pharma and Bio Sciences**, [s. l.], v. 3, n. 1, p. 509-531, mar. 2012.

KHOLIIVKO, N. *et al.* Quintuple helix model: investment aspects of higher education impact on sustainability. **Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development**, [s. l.], v. 43, n. 1, p. 111-128, 2021. Disponível em: <https://ejournals.vdu.lt/index.php/mtsrbid/article/view/2186>. Acesso em: 6 abr. 2022.

KOKOL, V. *et al.* Antimicrobial properties of viscose yarns ring-spun with integrated amino-functionalized nanocellulose. **Cellulose**, Switzerland, v. 28, p. 6545-6565, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10570-021-03946-z>. Acesso em: 14 abr. 2022.

KRIFA, M.; PRICHARD, C. Nanotechnology in textile and apparel research an overview of technologies and processes. **The Journal of The Textile Institute**, Londres, v. 111, n. 12, p. 1778-1793, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00405000.2020.1721696>. Acesso em: 14 abr. 2022.

LARA, J. E. *et al.* The quintuple helix modeling technological innovation: characterization and the status of business accelerators in a metropolitan region. **International Journal of Professional Business Review**, Florida, EUA, v. 6, n. 1, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.26668/businessreview/2021.v6i1.221>. Acesso em: 10 abr. 2022.

LEHMANN, P. *et al.* Making the covid-19 crisis a real opportunity for environmental

sustainability. **Sustainability Science**, Japan, v. 16, n. 6, p. 2137-2145, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11625-021-01003-z>. Acesso em: 30 abr. 2022.

LENS. ORG. Patent. 2022. Disponível em: <https://www.lens.org/lens/search/patent/structured>. Acesso em: 20 maio 2022.

LI, X. *et al.* Biomineralization on polymer-coated multi-walled carbon nanotubes with different surface functional groups. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, [s. l.], v. 123, p. 753-761, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2014.10.026>. Acesso em: 28 maio 2022.

LUNDEVALL, B.-A. National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning. In: LUNDEVALL, B.-A. (org.). **The learning economy and the economics of hope**. Londres: Anthen Press, 1992. p. 85-106. Disponível em: <https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/31613/626406.pdf?sequence=1#page=102>. Acesso em: 22 jun. 2022.

MADEU, F. C. B.; PELLANDA, P. C.; PASSOS, A. C. Prospecção tecnológica utilizando análise de patentes e o método AHP: estudo de caso dos materiais de carbono para o setor de defesa. **Revista Militar de Ciência e Tecnologia**. ISSN 2316-4522 versão *online*, v. 38, n. 1, p. 14-30, 1 jan. 2022. Disponível em: <http://www.ebrevistas.eb.mil.br/CT/article/view/8631>. Acesso em: 15 nov. 2021.

MADSEN, D. Ø. SWOT analysis: a management fashion perspective. **International Journal of Business Research**, [s. l.], v. 16, n. 1, p. 39-56, 2016. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=2615722>. Acesso em: 30 nov. 2021.

MAITRA, A.; FELDMANN, G.; BISHT, S. **Water-dispersible oral, parenteral, and topical formulations for poorly water soluble drugs using smart polymeric nanoparticles**. Depositante: Johns Hopkins University. EP2073848. Depósito: 10 maio 2007. Concessão: 1 jul. 2009. Disponível em: <https://permalink.orbit.com/RenderStaticFirstPage?XPN=dNQ0mHK7L%252FQbWDK85JFymXfDUqlXTJ5uwQdFuycu4uk%3D%26n%3D1&id=0&base=FAMPAT>. Acesso em: 20 maio 2022.

MARCONI, G. P. de S. Nanotecnologia e nanociência: aspectos gerais, aplicações e perspectivas no contexto do Brasil. **Revista Eletrônica Perspectivas da Ciência e Tecnologia**, ISSN 1984-5393, versão *online*, v. 7, n. 2, p. 1, 2016. Disponível em: <https://revistascientificas.ifrj.edu.br/revista/index.php/revistapct>. Acesso em: 12 ago. 2021.

MARINHO, A. G. Modernização e patentes no Brasil: conceitos e discussões. **Revista Cantareira**, Niterói, n. 29, ago. 2019. Disponível em: <https://periodicos.uff.br/cantareira/article/view/30762>. Acesso em: 14 maio 2022.

MARQUES, R. S. M. F. R. Patentes, genéricos e acesso ao medicamento: o caso das pandemias. **Cadernos Ibero-Americanos de Direito Sanitário**, Brasília, DF, v. 10, n. 3, p. 127-144, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.17566/ciads.v10i3.763>. Acesso em: 10 maio 2022.

MAURO, C. F. **Biocompatible polymeric nanoparticles containing functional metal nanostructures, preparation process and relative use in the diagnostic and/or therapeutic field**. Depositante: BIO ON - BIO ON SOCIETA PER ATHONI. EP3478326. Depósito: 29 jun. 2016. Concessão: 27 jun. 2017. Disponível em: <https://permalink.orbit.com/RenderStaticFirstPage?XPN=PdW6ktoAIY%252FWqxLm4QBXD3fDUqlXTJ5uwQdFuycu4uk%3D%26n%3D1&id=0&base=FAMPAT>. Acesso em: 20 maio 2022.

MELLO, L. C. **Análise Bibliométrica de Teses e Dissertações Brasileiras sobre o Conhecimento Tradicional (2010-2015)**. 2018. 160 f. Tese (Doutorado em Ciência, Tecnologia e Sociedade) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/10419>. Acesso em: 21 maio 2021.

MELO, C. P. de; PIMENTA, M. Nanociências e nanotecnologia. **Parcerias estratégicas**, Brasília, DF, v. 9, n. 18, p. 9-22, 2010. Disponível em: http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/130/124. Acesso em: 18 maio 2022.

MENEZES, D. F. N. Bio e Nanotecnologia: Análise Da Convergência Tecnológica Pelas Patentes. **Revista Jurídica Luso-Brasileira**, Lisboa, v. 6, n. 5, p. 557-578, 2020. Disponível em: https://www.cidp.pt/revistas/rjlb/2020/5/2020_05_0557_0578.pdf. Acesso em: 20 maio 2022.

MITEVA, A. *et al.* Nanotechnology in sports and security. **Strategies for Policy in Science and Education**, [s. l.], v. 29, n. 4s, p. 46-53, 2021. Disponível em: https://azbuki.bg/wp-content/uploads/2021/08/Strategies_4S_21_Adelina-Miteva.pdf. Acesso em: 2 maio 2021.

MITSUHIRO, E.; TAKAO, A.; KOICHIRO, U. **Nanofiber having self-heating properties and biologically active substance release properties, production method for same, and nonwoven fabric having self-heating properties and biologically active substance release capabilities**. Depositante: National Institute for Materials Science. EP2944711. Depósito: 10 jan. 2014. Concessão: 18 nov. 2015. Disponível em: <https://permalink.orbit.com/RenderStaticFirstPage?XPN=KjvzfsfMFAguw56Xk6cpNXfDUqlXTJ5uwQdFuycu4uk%3D%26n%3D1&id=0&base=FAMPAT>. Acesso em: 20 maio 2022.

MITTAL, Sudesh Kumar et al. Graphene nanoparticles: the super material of future. **Materials Today: Proceedings**. ISSN 2214-7853 versão *online*, v. 28, n. 3, p. 1290-1294, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.260>. Acesso em: 2 maio 2022.

MOREIRA JR., H. Indústria 4.0 e novas dimensões tecnológicas no centro da economia-mundo capitalista: perspectivas para o Brasil. **OIKOS**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 2, 2020. Disponível em: <http://www.revistaoidkos.org/seer/index.php/oikos/article/view/654/336>. Acesso em: 1

jun. 2022.

MORO, G. *et al.* Disposable electrodes from waste materials and renewable sources for (bio) electroanalytical applications. **Biosensors and Bioelectronics**, ISSN 0956-5663 versão *online*, v. 146, p. 111758, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bios.2019.111758>. Acesso em: 20 ago. 2022.

MURUGESH BABU, K.; RAVINDRA, K. B. Bioactive Antimicrobial Agents For Finishing Of Textiles For Health Care Products. **The Journal of The Textile Institute**, Londres, v. 106, n. 7, p. 706-17, jun. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00405000.2014.936670>. Acesso em: 3 ago. 2022.

NEMLIOGLU, I.; MALLICK, S. Effective innovation via better management of firms: The role of leverage in times of crisis. **Research Policy**, ISSN 0048-7333 versão *online*, v. 50, n. 7, p. 104259, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2021.104259>. Acesso em: 2 ago. 2022.

NGUYEN, T. *et al.* Microencapsulation of essential oils by spray-drying and influencing factors. **Journal of Food Quality**, [s. l.], v. 2021, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2021/5525879>. Acesso em: 2 ago. 2022.

ORBIT INTELLIGENCE. Questel Orbit. Base de dados – Internet. Disponível em: <https://www.orbit.com/>. Acesso em: 1 jul. 2022.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA PROPRIEDADE INTELECTUAL. **Índice global de inovação 2021**: resumo executivo. 14. ed. Genebra/Suíça: OMPI, 2021. Disponível em: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/pt/wipo_pub_gii_2021_exec.pdf. Acesso em: 1 jul. 2022.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Manual de Oslo**: proposta de diretrizes para a coleta e interpretação de dados sobre inovação tecnológica. 3. ed. Rio de Janeiro, FINEP/OCDE, 2006. Disponível em: http://www.finep.gov.br/images/a-finep/biblioteca/manual_de_oslo.pdf. Acesso em: 20 maio 2021.

PARANHOS, R. de C. S.; RIBEIRO, N. M. Importância da prospecção tecnológica em base em patentes e seus objetivos da busca. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 11, n. 5, p. 1274, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.9771/cp.v12i5.28190>. Acesso em: 26 maio 2021.

PERINELLI, D. R. *et al.* Encapsulation of flavours and fragrances into polymeric capsules and cyclodextrins inclusion complexes: an update. **Molecules**, [s. l.], v. 25, n. 24, p. 5878, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules25245878>. Acesso em: 6 maio 2021.

PIMENTA, K. K. P.; BIN, A.; SALLES FILHO, S. L. M. Indústria e biodiversidade no Brasil: o novo marco regulatório sobre o uso sustentável da biodiversidade. **Administração de Empresas em Revista**, Curitiba, v. 2, n. 20, p. 421-441, jan. 2021. Disponível em: <http://revista.unicuritiba.edu.br/index.php/admrevista/article/view/4727/371373087>.

Acesso em: 21 maio 2021.

PISOSCHI, A. M. *et al.* Nanoencapsulation techniques for compounds and products with antioxidant and antimicrobial activity-A critical view. **European Journal of Medicinal Chemistry**, [s. l.], v. 157, p. 1326-1345, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2018.08.076>. Acesso em: 23 ago. 2022.

PONTES, T. T. S.; GENUÍNO, S. L. V. P. Desenvolvimento econômico e capacidade de inovação tecnológica no Brasil: uma análise com dados em Painel. **Revista Brasileira de Gestão e Inovação**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 138-158, 2019. Disponível em: [10.18226/23190639.v7n1.07](https://doi.org/10.18226/23190639.v7n1.07). Acesso em: 23 ago. 2022.

PORTER, M E. *et al.* **Clusters and the new economics of competition**. Boston: Harvard Business Review, 1998.

RAGHAVAN, S. R. *et al.* **Advanced functional biocompatible polymeric matrix containing nano-compartments**. Depositante: University of Maryland. US9066885. Depósito: 17 mar. 2008. Concessão: 16 out. 2008. Disponível em: <https://permalink.orbit.com/RenderStaticFirstPage?XPN=hZ7vxfSzzLzjCoOEB2EWInfDUqIXTJ5uwQdFuycu4uk%3D%26n%3D1&id=0&base=FAMPAT>. Acesso em: 20 maio 2022.

RAMSDEN, J. **Nanotechnology**: an introduction. 2. ed. Cambridge: Elsevier, 2016. 358 p.

RODRIGUES, A. G. *et al.* Functional textiles impregnated with biogenic silver nanoparticles from *Bionectria ochroleuca* and its antimicrobial activity. **Biomedical Microdevices**, [s. l.], v. 21, n. 3, p. 1-10, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10544-019-0410-0>. Acesso em: 7 maio 2022.

ROMAGNOLI, M. J. *et al.* Micro and nanotechnology applied on eco-friendly smart textiles. **Handbook of Nanomaterials and Nanocomposites for Energy and Environmental Applications**, [s. l.], p. 1-19, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-030-36268-3_58. Acesso em: 27 maio 2022.

ROMAN, M. *et al.* Quadruple helix models for sustainable regional innovation: Engaging and facilitating civil society participation. **Economies**, [s. l.], v. 8, n. 2, p. 48, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/economies8020048>. Acesso em: 7 jun. 2022.

SALEH, T. A. Nanomaterials: Classification, properties, and environmental toxicities. **Environmental Technology & Innovation**, [s. l.], v. 20, p. 101067, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eti.2020.101067>. Acesso em: 19 jun. 2022.

SANTOS, A. M. Artefatos open science para extração e análise de informações em base de dados públicas: uma aplicação para o modelo de hélice quintupla. 2016. 212 f. Tese (Doutorado em Administração) – Universidade Nove de Julho, São Paula, 2016.

SANTOS, G. F. dos. **Análise da importância da competitividade da indústria**

têxtil brasileira frente ao contexto mundial. 2020. 61 f. Dissertação (Mestrado em Propriedade Intelectual) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2020.

Disponível em:

[https://attena.ufpe.br/bitstream/123456789/40598/1/DISSERTA%
c3%87%c3%83O%20Gilson%20Ferreira%20dos%20Santos.pdf](https://attena.ufpe.br/bitstream/123456789/40598/1/DISSERTA%c3%87%c3%83O%20Gilson%20Ferreira%20dos%20Santos.pdf). Acesso em: 18 maio 2022.

SANTOS, R. T. S. As inovação como vantagem competitiva das empresas. **Revista Gestão Empresarial-RGE**, Três Lagoas, MG, v. 6, n. 1, p. 1-14, 2020. Disponível em: <https://trilhasdahistoria.ufms.br/index.php/disclo/article/view/10887/7886>. Acesso em: 1 nov. 2021.

SANTOS, U. P. dos; RAPINI, M. S.; MENDES, P. S. Impactos dos incentivos fiscais na inovação de grandes empresas: uma avaliação a partir da pesquisa sondagem de inovação da ABDI. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v. 30, n. 3, p. 803-832, set./dez. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0103-6351/5687>. Acesso em: 21 ago. 2021.

SANTOS, A. M. *et al.* Ferramentas para extração e análise de informações em base de patentes: uma aplicação para o modelo de hélice quádrupla. **Mirage**, [s. l.], 23 mar. 2016. Disponível em:

<http://repositorio.uninove.br/xmlui/handle/123456789/1036>. Acesso em: 21 ago. 2021.

SAXENA, S. K. *et al.* Current advances in nanotechnology and medicine. *In*: SAXENA, S.; KHURANA, S. (eds.). **NanoBioMedicine**. Singapura: Springer, 2020. p. 3-16. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-981-32-9898-9_1. Acesso em: 2 ago. 2021.

SCHUMPETER, J. A. **A teoria do desenvolvimento econômico**: uma investigação sobre lucro, capital, crédito, juro e o ciclo econômico (Os economistas). São Paulo: Nova Cultural, 1997.

SCUR, L.; GIMENEZ, J. R.; BURGEL, C. F. (orgs.). **Biodiversidade, recursos hídricos e direito ambiental**. 1. ed. Caxias do Sul/RS: Educs, 2020. *E-book*. (201 p.). ISBN: 978-65-5108-010-4. Disponível em: <https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/ebook-biodiversidade-rec-hid.pdf>. Acesso em: 19 maio 2021.

SEKU, K. *et al.* Eco-friendly synthesis of gold nanoparticles using carboxymethylated gum Cochlospermum gossypium (CMGK) and their catalytic and antibacterial applications. **Chemical Papers**, Eslovênia, v. 73, n. 7, p. 1695-1704, 2019.

Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11696-019-00722-z>. Acesso em: 9 maio 2021.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. Relatório de Gestão 2021. Salvador: SENAI/Departamento Regional Bahia, 2022. 97 p. Disponível em: <https://sis.fieb.org.br/senai/transparencia/transparencia/arquivos/integridade/SENAI-GESTAO-2021.pdf>. Acesso em: 2 maio 2022.

SHAH, R. A.; FRAZAR, E. M.; HILT, J. Z. Recent developments in stimuli responsive

nanomaterials and their bionanotechnology applications. **Current Opinion in Chemical Engineering**, [s. l.], v. 30, p. 103-111, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.coche.2020.08.007>. Acesso em: 5 maio 2022.

SHAHID, M.; SHAHID-UL-ISLAM, M. F. Recent advancements in natural dye applications: a review. **Journal of Cleaner Production**, ISSN: 0959-6526, versão *online*, v. 53, 310-331, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.03.031>. Acesso em: 12 maio de 2022.

SHAHRIAR, S. M. *et al.* Electrospinning nanofibers for therapeutics delivery. **Nanomaterials**, [s. l.], v. 9, n. 4, p. 532, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nano9040532>. Acesso em: 22 maio de 2022.

SHALABY, M. N.; SAAD, M. M. Advanced material engineering and nanotechnology for improving sports performance and equipment. **International Journal of Psychosocial Rehabilitation**, Londres, v. 24, n. 10, p. 2314-2322, 2020.

SHIM, B. S. *et al.* Smart electronic yarns and wearable fabrics for human biomonitoring made by carbon nanotube coating with polyelectrolytes. **Nano Letters**, Washington, DC, v. 8, n. 12, p. 4151-4157, 2008.

SHIRAISHI NETO, J.; RIBEIRO, T. B. O.; RABÊLO, L. B. A proteção do conhecimento tradicional associado à biodiversidade diante de um novo marco legal. **Revista de Direito Econômico e Socioambiental**, Curitiba, v. 9, n. 3, p. 161-184, 2018.

SILVA, M. D. N.; PINHEIRO, E. B. F. Compostos bioativos: uma contribuição para o ensino de funções orgânicas no curso de licenciatura em química. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 10, n. 3, p. e55610313742-e55610313742, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/13742>. Acesso em: 23 maio de 2022.

SILVA, M. F. de O.; PEREIRA, F. dos S.; MARTINS, J. V. B. A bioeconomia brasileira em números. **Bioeconomy**, BNDES Setorial 47, Rio de Janeiro, p. 277-332, 2018. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/15383/1/BS47__Bioeconomia__FECHADO.pdf. Acesso em: 27 nov. 2021.

SOBHA, K. *et al.* **Smart-dre-m**: biopolymer composite based nano-fibrous wound dressing material. Depositante: SUBRAHMANYAM. IN202041052202. Depósito: 1 dez. 2020. Concessão: 11 dez. 2020. Disponível em: <https://permalink.orbit.com/RenderStaticFirstPage?XPN=%252FuWCjXhpDDB3yHkMr1sQKcExnvlz5kLrfqHome9U%252B8A%3D%26n%3D1&id=0&base=FAMPAT>. Acesso em: 20 maio 2022.

SOUZA; I. D. da S.; TAKAHASHI, V. P. A visão de futuro por meio de cenários prospectivos: uma ferramenta para a antecipação da inovação disruptiva. **Future Studies Research Journal**, São Paulo, v.4, n.2, pp. 102-132, jul./dez. 2012.

STATNANO. Nanotechnology products database. **Introdução**. 2022. Disponível em:

<https://product.statnano.com/>. Acesso em: 20 maio 2022.

TEIXEIRA, H. de A. Pesquisa de mercado. **Perspectivas em ciência da informação**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, jul./dez.1997. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/pci/article/view/23240/18795>. Acesso em: 28 jun. 2022.

THAKKER, A. M.; SUN, D. Sustainable plant-based bioactive materials for functional printed textiles. **The Journal of the Textile Institute**, [s. l.], v. 112, n. 8, p. 1324-1358, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00405000.2020.1810474>. Acesso em: 12 maio de 2022.

TIRONI, L. F.; CRUZ, B. O. **Inovação incremental ou radical**: há motivos para diferenciar? Uma abordagem com dados da PINTEC. Rio de Janeiro: IPEA, 2008. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1537/1/TD_1360.pdf. Acesso em: 22 jun. 2022.

USMAN, M. *et al.* Nanotechnology in agriculture: Current status, challenges and future opportunities. **Science of the Total Environment**, [s. l.], v. 721, p. 137778, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137778>. Acesso em: 2 jun. 2022.

UTO, K.; EBARA, M.; AOYAGY, T. Plataforma de cultura de células de poli(e-caprolactona) responsiva à temperatura com nano-rugosidade e elasticidade sintonizáveis dinamicamente para controle da morfologia de mioblastos. **International Journal of Molecular Sciences**, ISSN 1422-0067 versão *online*, v. 15, n. 1, p. 1511-1524, 2014.

VIVALDI, G. A. D.; PORTUGAL JR., P. dos S.; CAMARINI, G. Propriedade intelectual, inovação e crescimento econômico: uma análise estatística nas microrregiões do sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional**, Blumenal, v. 9, n. 2, p. 85-106, 2021. Disponível em: <https://bu.furb.br/ojs/index.php/rbdr/article/view/8858>. Acesso em: 2 jun. 2022.

WANG, S. *et al.* Environmentally-friendly and multifunctional graphene-silk fabric strain sensor for human-motion detection. **Advanced Materials Interfaces**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 1901507, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/admi.201901507>. Acesso em: 8 jun. 2022.

WERNECK, M. C. do *et al.* Industrial textile recycling and reuse in Brazil: case study and considerations concerning the circular economy. **Gestão & Produção**, [s. l.], v. 25, n. 3, p. 431-443, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0104-530X3305>. Acesso em: 16 abr. 2021.

WILLERDING, A. L. *et al.* Estratégias para o desenvolvimento da bioeconomia no estado do Amazonas. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 34, p. 145-166, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2020.3498.010>. Acesso em: 18 jun. 2022.

WLIZŁO, K. *et al.* Novel textile dye obtained through transformation of 2-amino-3-

methoxybenzoic acid by free and immobilised laccase from a *Pleurotus ostreatus* strain. **Enzyme and microbial technology**, [s. l.], v. 132, p. 109398, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enzmictec.2019.109398>. Acesso em: 18 jun. 2022.

WOOLLISCROFT, J. O. Innovation in response to the covid-19 pandemic crisis. **Academic Medicine**, [s. l.], v. 95, n. 8, p. 1140-1142, 2020. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1097%2FACM.0000000000003402>. Acesso em: 1 jun. 2022.

YAMSKOV, I. A. *et al.* **Method for making magnetite nanoparticles stabilised by biocompatible polymer having functional formyl groups**. Depositante: Russian federation on our name of which the state customer federal agency on science & innovation proceeds & uchrezhdenie rossiiskoi akademii nauk institut elementoorganicheskikh soedinenii im a n nesmeyanova ran. RU2431472. Depósito: 24 set. 2009. Concessão: 27 mar. 2011. Disponível em: <https://permalink.orbit.com/RenderStaticFirstPage?XPN=F79KV%252FQyx%252Fes eLHW8WjXjnfDUqlXTJ5uwQdFuycu4uk%3D%26n%3D1&id=0&base=FAMPAT>. Acesso em: 20 maio 2022.

YIMING, G.; HONG, X.; ZHIFENG, Z. **Natural bio-based nano functional silk fabric**. Depositante: SUZHOU XINMIN SILK. CN211354183U. Depósito: 3 dez. 2019. Concessão: 28 ago. 2020. Disponível em: <https://permalink.orbit.com/RenderStaticFirstPage?XPN=YZylBq%252FfPFDp3llkyQ vZ7bmsLuw%252FR4oY%252BQgpgFzVRnM%3D%26n%3D1&id=0&base=FAMPA T>. Acesso em: 20 maio 2022.

APÊNDICE A – PUBLICAÇÕES GERADAS NO MESTRADO

Artigo publicados em periódicos:

- Artigo publicado na Revista Caderno de Prospecção/UFBA

SANTOS, D. L.; SANTANA, R.; LIMA, Ângela M. F. Prospecção Bibliométrica e Patentária de Agentes Antimicrobianos em Têxteis. *Cadernos de Prospecção*, [S. l.], v. 14, n. 2, p. 332, 2021. DOI: 10.9771/cp.v14i2.43518. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/nit/article/view/43518>. Acesso em: 20 nov. 2021.

Artigos apresentados em congressos:

SANTOS, D. L.; LIMA, A. M. F.; SANTOS, W. P. C. dos. Estudo Bibliométrico para Bionanotecnologia em Têxteis Funcionais. *In: XI ProspeCT&I 2021*, 11, 2021, online (Youtube do PROFNIT Brasil)

SANTOS, D. L.; LIMA, A. M. F.; SILVA, M. S.; LOPES, J. M.; PIAU, D. D. N.; Legislação da Biodiversidade e da Nanotecnologia: Caminhos para a Inovação da Indústria Têxtil Funcional. *In: VII Encontro Nacional de Propriedade Intelectual*, 7, 2021, Aracaju-SE (on-line).

SANTOS, D. L.; SANTANA, R.; LIMA, Ângela M. F. Prospecção Bibliométrica e Patentária de Agentes Antimicrobianos em Têxteis. *In: International Symposium on Technological Innovation - 11th ISTI*, 2021 (on-line).

APÊNDICE B – ARTIGO SUBMETIDO À REVISTA QUALIS B1

Prospecção tecnológica para o uso de bioativos e nanotecnologia na indústria têxtil funcional

Technological prospection for the use of bioactive and nanotechnology in the functional textile industry

Resumo: Crises têm-se mostrado oportunidades para mudanças nos paradigmas que envolvem o crescimento econômico de uma nação, evidenciando a necessidade de busca de novas possibilidades para a indústria, especialmente a têxtil brasileira. Este é um estudo prospectivo tecnológico que tem como objetivo avaliar as potencialidades aplicadas aos têxteis funcionais com uso de bioativos e nanotecnologia na indústria têxtil. A pesquisa aconteceu na perspectiva exploratória, com análise quali-quantitativa à documentos bibliográficos e registros de patentes. A análise das patentes aconteceu através da metodologia de multicritério associada às forças de Porter, Matriz SWOT e quintupla hélice, trabalhando questões relativas as indústrias têxteis brasileiras. Os resultados encontrados indicam um número crescente de artigos científicos sobre tecnologias que envolvem bioativos e nanomateriais, destacando-se os curativos, materiais para transporte de medicamentos e métodos de revestimentos, revelando uma maior participação da área farmacêutica. Conclui-se que há uma distância entre o que é produzido nos centros de pesquisa e o que é colocado no mercado pelas indústrias têxteis no Brasil, sendo necessário realizar parcerias para o desenvolvimento destas tecnologias.

Palavras-chave – Cenários Futuros, Inovação, Indústria Têxtil.

Abstract: Crises have shown to be opportunities for changes in the paradigms that involve the economic growth of a nation, highlighting the need to search for new possibilities for the industry, especially the Brazilian textile. This is a prospective technological study that aims to evaluate the potentialities applied to functional textiles with the use of bioactive and nanotechnology in the textile industry. The research took place in an exploratory perspective, with a qualitative-quantitative analysis of bibliographic documents and patent records. The analysis of patents took place through the multicriteria methodology associated with Porter's forces, SWOT Matrix and quintuple helix, working on issues related to the Brazilian textile industries. The results found indicate a growing number of scientific articles on technologies that involve bioactive and nanomaterials, highlighting dressings, materials for drug transport and coating methods, revealing a greater participation of the pharmaceutical area. It is concluded that there is a gap between what is produced in research centers and what is placed on the market by the textile industries in Brazil, making it necessary to establish partnerships for the development of these technologies.

Keywords – Future Scenarios, Innovation, Textile Industry.

Introdução

Situações emergenciais, necessidades humanas específicas são incentivos para que aconteçam a busca por soluções, incentivando o crescimento de uma nação. O desenvolvimento tecnológico quando gerado a partir dessa busca por soluções podem gerar inovações que promovam a melhoria de vida de toda uma sociedade.

Assim, em dias tão frenéticos de mudanças que ocorrem a todo o momento, a busca por soluções que impulsionem o desenvolvimento econômico de uma nação torna-se assunto primordial. Aspectos que envolvem desenvolvimento tecnológico, científico e capacidade inovativa que podem fomentar a geração de propulsão de vias de crescimento regional, faz refletir sobre o papel da inovação como o início na geração de ativos de propriedade intelectual capazes de gerar mudança local, regional ou global.

É através da inovação que têm se percebido avanços no desenvolvimento de uma nação, ela surge das necessidades dos consumidores. O índice global de inovação aponta para a melhoria da posição do Brasil em investimentos em inovação no ano de 2021, quando comparada a outros países da América Latina, ocupando a 57ª posição no ranking da economia (OMPI, 2021). O crescimento tecnológico apresenta-se como alternativa às demandas emergentes que a sociedade produz ao longo dos tempos. Mas, é a partir das novas tecnologias lançadas no mercado, que se inicia a mudança econômica.

A quintupla hélice identifica atores (universidades, empresas, governo, ambiente e sociedade) e como se relacionam em um sistema de inovação observando o contexto da sustentabilidade (Santos et al., 2016). E é a partir de uma participação ampliada de diversos atores que se busca a necessidade de uma estrutura que caracteriza o desenvolvimento econômico e social relacionados as inovações tecnológicas (Carayannis *et al.*, 2021).

Para Kholiavko *et al.* (2021), a hélice quintupla permite que sejam analisadas as mudanças nos papéis desempenhados pelos diversos setores da sociedade dentro do processo de mudança para a sustentabilidade. Além disso, pode promover áreas de interesse comum entre as partes, que observando o conceito de

desenvolvimento sustentável há a transferência de conhecimento entre os atores envolvidos, fazendo o sistema econômico gerar inovação.

Eventos como a pandemia da covid 19, que atingiu todo o mundo a partir do ano de 2020, são desafios que levam à busca de novos produtos, processos e serviços para que as empresas e/ou indústrias mantenham-se ativas no mercado, e é a inovação que tem devolvido progresso e continuidade a estas organizações. Dados da Confederação Nacional da Indústria (CNI) demonstram que em 2020 houve diminuição dos investimentos realizados quando comparados aos anos de 2019 e 2018, e essa diferença fica mais evidente quando se compara o percentual de empresas que investiram, com o planejado (CNI, 2021).

Desta forma, uma grande lacuna de oportunidade surge a partir do ano de 2020, quando há a busca por produtos e serviços cada vez mais eficazes, refletindo a contemporaneidade e velocidade com que as coisas se alteram e adaptam-se as novas necessidades humanas. Na perspectiva da indústria têxtil brasileira, é necessário utilizar-se de processos inovativos como estratégia mercadológica, para continuar ativo no ecossistema local da cadeia produtiva têxtil, sem deixar de estar inserido no mercado internacional (Caldeira *et al.*, 2018).

Diante disso, estudos que demonstrem perspectivas de caminhos a serem percorridos para que o processo inovativo aconteça, refletindo no crescimento econômico de uma nação, instituem-se como importantes ferramentas de tomadas de decisão nas organizações, usando processos sistemáticos de planejamento futuro, a exemplo da Prospecção Tecnológica.

Bioativos e nanomateriais representam o recorte para a busca desses incrementos na cadeia produtiva da indústria têxtil funcional. O bioativo caracteriza-se por ser substância ou composto natural que apresenta efeitos sobre organismos vivos, podendo gerar mudanças fisiológicas. Alguns bioativos vêm sendo utilizados microencapsulados ou sem tratamento prévio no acabamento têxtil, a exemplo de alguns polissacarídeos e alguns corantes naturais com propriedades antimicrobianas (Silva *et al.*, 2018).

O termo nano tem origem grega e significa “anão”. Este prefixo é utilizado na ciências para identificar uma parte em uma bilhão, sendo então um nanômetro (1nm) 1 bilionésimo de 1 metro. Nanociências e nanotecnologia são termos utilizados que referem-se ao estudo e aplicações tecnológicas que possuam pelo

menos uma de suas dimensões físicas menor ou igual a algumas dezenas de nanômetros (Melo e Pimenta, 2010).

A Nanotecnologia pode ser entendida como uma “tecnologia em nanoescala”. Esta ciência agrega conhecimento científico aplicado para produzir, padronizar, manipular e usar materiais em nanoescala (Ramsden, 2016). Sistemas que são derivados da nanotecnologia adquirem propriedades e funções novas e controláveis, quando em escala de 1 a 100 nm, o que pode levar a novos materiais e produtos com propriedades específicas (Fechine, 2020).

Utilizando-se dos preceitos da inovação na indústria, com o foco de estabelecer no mercado novos produtos inovadores, a prospecção tecnológica relacionada aos produtos têxteis com uso de bioativos e nanotecnologia é algo atual e amplo, o que sugere olhar atento a diversas oportunidades que estejam habitadas nas perspectivas da necessidade humana, sustentabilidade da indústria e do meio-ambiente. A utilização de recursos bioativos da biodiversidade brasileira representa uma grande aposta de futuro para a indústria brasileira, mas ainda é necessário romper barreiras tecnológicas e sociais com a percepção de materiais nanotecnológicos.

O estudo da Associação Brasileira de Indústria Têxtil (ABIT) sobre o potencial de novos materiais “ubíquos” a serem introduzidos na indústria têxtil, elencam bioativos e nanotecnologia como possibilidades futuras de utilização na criação de novos produtos (Bruno, 2017).

Assim, pretende-se com este estudo responder a seguinte questão: Quais tecnologias estão sendo desenvolvidos com o uso de bioativos e nanomateriais que podem ser utilizados na indústria têxtil?

Desta forma, o objetivo do estudo é avaliar as potencialidades aplicadas aos têxteis funcionais com uso de bioativos e nanotecnologia na indústria têxtil, a partir de um estudo prospectivo tecnológico.

Este trabalho de pesquisa está dividido em: Introdução, onde se situa o tema e a problemática a ser trabalhada e o objetivo; Referencial Teórico; Metodologia; Resultados e Discussões e, por fim, as Conclusões.

Referencial Teórico

As crises são molas propulsoras para gerar inovação e progresso tecnológico. Observa-se uma relação importante entre crises financeiras, como a ocorrida em 2008, e o crescimento econômico que acontece através da inovação (Hard e Sever, 2021).

No ano de 2020, quando o vírus SARS-COV2 tornou-se pandêmico, trouxe um olhar urgente para a necessidade de inovação, seja para enfrentar as exigências clínicas da pandemia e promover a melhoria da utilização das ferramentas de aprendizagem virtual (Woolliscroft, 2020), ou para trazer fôlego a uma economia que não tinha elementos de sustentabilidade (Lehmann *et al.*, 2021). Estabeleceram-se como uma tripla crise (ambiental, sanitária e econômica) ao ser vivenciada junto aos problemas preexistentes, evidenciando a necessidade de não continuidade no modo de produzir pautado nas desigualdades sociais e econômicas, o que colabora com um processo de destruição ambiental e mudança climática (Crocco e Feil, 2020).

As crises ambientais revelam a necessidade de um olhar direcionado à capacidade de inovação social, com a participação de vários atores, buscando a sustentabilidade ambiental através da inovação, e financeira (Dandolini *et al.*, 2020).

A necessidade de implementação do uso da novidade difere a inovação de um simples invento, o que torna a inovação uma novidade com utilidade. E através da difusão e de como são aceitas estas inovações, os impactos econômicos e sociais começam a surgir (OECD, 2018). A capacidade de inovação e sua contínua busca por novas capacidades é proporcional ao crescimento econômico de diversos setores da economia (Canci, 2021; Almeida *et al.*, 2020), o que a leva a ser reconhecida como causa de desenvolvimento econômico de uma nação (Pontes e Genuíno, 2019).

Em estudo de sondagem de inovação referente ao 3º Trimestre de 2019, a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) em parceria com a Fundação Getúlio Vargas (FGV), classificou a indústria têxtil brasileira de acordo com parâmetros da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) como de baixa intensidade tecnológica (ABDI, 2019).

Diagnósticos sobre o setor têxtil pode ser realizado pela Matriz SWOT, que é representada por uma ferramenta estratégica que avalia os recursos, além do que é

capaz uma empresa (pontos fortes e fracos), e sua situação no mercado externo (oportunidades e ameaças) (Madsen, 2016). A matriz SWOT se fundamenta em *Strengths* (Forças) e *Weaknesses* (Fraquezas) como características intrínsecas à organização, e *Opportunities* (Oportunidades) e *Threats* (Ameaças) como características extrínsecas dela (FERNANDES, 2012).

Para tanto se faz necessário compreender conceitos elementares relacionados ao tema da pesquisa, como bioativos, nanotecnologia e novos materiais, verificando como eles se relacionam e suas perspectivas futuras com a indústria têxtil.

Bioativos, Nanotecnologia e Novos Materiais

Dono de uma variedade biológica imensa, o Brasil possui grande diversidade genética vegetal, permitindo a obtenção de muitos produtos utilizando bioativos para serem utilizados como matérias-primas em indústrias. O país tem se posicionado em destaque econômica e geopolítica em virtude das suas riquezas naturais. Para tanto é importante valorizar o estudo de produtos naturais, e seus bioativos passíveis de gerar valor e sustentabilidade para as empresas brasileiras (Camargo *et al.*, 2021).

Tradicionalmente tem-se a bioeconomia como atividade de comércio de alimentos e produtos da floresta e têxteis naturais de algodão e lã. Outros produtos oriundos de processos biotecnológicos e medicamentos naturais, hoje aprimorados pela ciência, representam a bioeconomia moderna (Silva *et al.*, 2018).

A bioeconomia resulta do desenvolvimento de produtos pertencentes a biodiversidade e surgem das diversas áreas do conhecimento, indo desde as ciências básicas, às ciências aplicadas até as áreas tecnológicas (Willerding *et al.*, 2020).

Para Idumah *et al.* (2021) os compósitos (composição de dois ou mais materiais) com propriedades atribuídas ao bioativos e nanomateriais têm condições adequadas para aplicações na biomedicina. A junção de fibras naturais, com extratos de plantas e outras substâncias aumentam a capacidade antimicrobiana dos tecidos, mas ainda carece de estudos futuros. Da constante pesquisa destes produtos, poderam advir materiais personalizados e capazes de trazer melhores perspectivas de combate, por meios não farmacológicos, a processos epidêmicos

causados por agentes biológico, a exemplo do causado pelo vírus SARS-CoV-2 da covid-19 (Hamid *et al.*, 2020).

Para Frank *et al.* (2020), composto bioativo está baseado em uma atividade biológica e faz referência a componentes derivados de plantas ou de animais que apresentem atividade em sistemas biológicos, como em homens e animais, sendo ela benéfica ou não. Quando considerados responsáveis por mudanças no estado de saúde, os compostos bioativos podem não ser considerados nutriente, mesmo contidos em alimentos ou em elementos que constituem estes alimentos (Guaadaoui, 2014). Estes compostos bioativos podem apresentam estruturas moleculares variadas que produzem o efeito terapêutico dos produtos retirados da natureza (Silva e Pinheiro, 2021).

Originários de forma natural de plantas, algas, alimentos ou produzidos sinteticamente, os compostos bioativos podem interagir com um ou mais componentes de tecidos vivos, produzindo uma ampla quantidade de efeitos, dentre eles muitos positivos. Alguns desses compostos possuem potencial antibiótico, antioxidante, além de anticancerígeno (Essien *et al.*, 2020).

Diversos estudos apontam para o uso de substâncias bioativas na indústria têxtil com intenção de uso hospitalar. Encontra-se bioativos em plantas como nim, guar, algodão de seda (Jamshaid *et al.*, 2021) árvore do chá, feijão azuki, aloe vera, folhas de tulsi, óleo de cravo, casca de romã, cúrcuma, óleo de eucalipto, casca de cebola com propriedades antimicrobianas (Murugesh Babu e Ravindra, 2015), e em algas marinhas (Janarthanan e Kumar, 2018), com características presentes nos materiais têxteis que elevam as propriedades antioxidantes, antimicrobianas, anti-inflamatórias, anticoagulantes, antitumorais e biodegradáveis destes materiais (Janarthanan e Kumar, 2018).

Alguns bioativos vêm sendo utilizados microencapsulados ou sem tratamento prévio no acabamento têxtil, a exemplo de alguns óleos essenciais, alguns polissacarídeos e alguns corantes naturais com propriedades antimicrobianas (Dridi *et al.*, 2021). O microencapsulamento permite alcançar algumas funcionalidades em revestimentos têxteis como efeitos inseticidas e repelentes de insetos, liberação prolongada de fragrâncias, propriedades antimicrobianas e efeitos médicos ou cosméticos especiais (Boh Podgornik *et al.*, 2021).

O encapsulamento é utilizado com a intenção de preservar as propriedades funcionais dos bioativos, desde o aumento da biodisponibilidade, estabilidade

química e de temperatura além de volatilidade e controle de liberação destes bioativos. Porém, a depender dos poros dos tecidos a serem submetidos ao encapsulamento de substâncias há a necessidade de utilização de partículas ainda menores. Utiliza-se então o nanoencapsulamento, o que favorece ainda mais a bioatividade, solubilidade e biodisponibilidade dos bioativos microencapsulados (Pisoschi *et al.*, 2018).

Apesar da complexidade das nanotecnologias, suas dúvidas indagações e incertezas científicas, atrelado as promessas de bom uso desta tecnologia, a nanotecnologia se apresenta ainda na busca de alternativas regulatórias diante a ausência legislativa específica em países como o Brasil (Engelmann *et al.*, 2018).

Os nanomaterias (NMs) são substâncias químicas, compostos ou materiais que possuem dimensão bem pequena, numa escala de 1-100 nanômetros(nm). Eles apresentam diferentes propriedades físicas de acordo com o seu tamanho ou forma (Saleh, 2020, Ramsden, 2016), são formados de nanopartículas (nps), que são classificadas por suas dimensões e forma dentro da nanoescala, dentre eles destacamos os nanomateriais de base biológica como promissor material para indústria têxtil (Krifa e Prichard, 2020).

A nanotecnologia, nas últimas décadas, tem ganhado destaque, já que a partir dela novos produtos e processos estão sendo aplicados na área industrial, trazendo oportunidades de desenvolvimento econômico (Fechine, 2020). Estudos tem se revelado promissores para o uso de nanotecnologia em muitas áreas, inclusive nas que influenciam nas tecnologias aplicadas à medicina (Saxena *et al.*, 2020), à medicina veterinária (El-Sayed e Kamel, 2020), à agricultura sustentável (Usman *et al.*, 2020), mercado de alimentos (Dera e Teseme, 2020), nos cosméticos (Fytianos *et al.*, 2020) nos eletro-eletrônicos (Chethipuzha *et al.*, 2021), defesa e energia (Amaral *et al.*, 2019), dentre outras.

Na indústria têxtil há uma grande oportunidade para a funcionalização de tecidos (Romagnoli *et al.*, 2020), porém, ainda há uma grande lacuna entre o que se tem de potencial em nanotecnologia sendo pesquisado e o que há no mercado consumidor para as possibilidades que a inovação da nanotecnologia apresenta (Krifa e Prichard, 2020),

Nas áreas de esportes, há pesquisas associando a tecnologia dos sensores vestíveis nanotecnológicos à biomecânica dos atletas para o aumento de suas performances (Shalab e Saad, 2020; Miteva, 2021). Outras áreas como a da saúde

são também promissoras, como demonstram as pesquisas em têxteis inteligentes ecológicos (Shahid *et al.*, 2013; Romagnoli *et al.*, 2020), com bionanocompósitos em aplicações biomédicas (Idumah *et al.*, 2021).

Os novos materiais são definidos pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTIC) como materiais que possuem propriedades capazes de gerar novos produtos, soluções ou processos com grandes capacidade de aumentar ou introduzir funcionalidades aos produtos tradicionais (Brasil, 2021).

Nanopartículas que potencializam as funcionalidades de bioativos em novos materiais tem sido um desafio para pesquisadores (Fechine, 2020). Os bionanocompostos são uma aposta para o futuro da sustentabilidade de materiais como eletrodos descartáveis (Moro *et al.*, 2019) e de inovações em bionanomateriais responsivos na medicina (Shah *et al.*, 2020) e de outras áreas de estudo.

Destacamos ainda os têxteis eletrônicos que têm evoluído em sua gama de aplicações, a exemplo de sensores de detecção humana como o utilizado no tecido seda com o revestimento de grafeno que além, de ser multifuncional é considerado ecologicamente correto (Wang *et al.*, 2020). O grafeno vem sendo utilizado no desenvolvimento de novos produtos e materiais. Este nanomaterial composto de uma camada de carbonos possui muitas propriedades que vêm sendo exploradas, como a alta resistência, boa condutora térmica e elétrica (Mittal *et al.*, 2020).

Prospecção Tecnológica: perspectivas para a indústria têxtil funcional brasileira

Com referência à análise de patentes, os estudos prospectivos auxiliam na aplicação da melhor oportunidade para alcance de resultados superiores (Paranhos e Ribeiro, 2018).

Paranhos e Ribeiro (2018) enfatizam ainda o quão importante é a utilização do ferramental das análises quali-quantitativas da prospecção tecnológica, fornecendo subsídio às organizações na tomada de decisão, elevando o potencial produtivo inovador ao levar decisões assertivas que colaboram com o seu crescimento.

A partir da inovação tecnológica que tem se percebido a mudança do mundo atual, e tem sido o aspecto primordial que influencia o progresso econômico e social de vários países, e um dos instrumentos que podem estimular esta inovação

tecnológica, chama-se incentivo fiscal (Bornia *et al.*, 2020). Incentivos fiscais levam a redução do custo da inovação, uma vez que, incentivam a criação de produtos com maior grau inovativo (Santos *et al.*, 2021).

Em uma abordagem neo-schupeteriana, Albuquerque (1998), relaciona o capitalismo com a introdução de inovação, considerando como um sistema dinâmico. Dessa forma, importa compreender que os direitos de propriedade intelectual, atrelados à dinâmica de inovação de um país, tem relação com os aspectos complexos de uma patente, visto que o registro de uma patente revela a descrição de uma novidade não óbvia e que seja passível de utilidade; uma codificação de algo inovador; ou até mesmo um conjunto de novas informações (Albuquerque, 1998).

Atrelar o uso da indústria 4.0 a novas tecnologias relacionadas aos insumos utilizados na produção acelera ainda mais a produção de novos produtos a serem incorporados no mercado, proporcionando local de destaque (Moreira Jr., 2020). Assim, a utilização de biotecnologia e de novos materiais aliada, às possibilidades de produtos vestíveis, alimentam uma demanda por produtos têxteis funcionais, provocando o aumento da intensidade tecnológica solicitada pelos insumos participantes na produção desses produtos (Bruno, 2017).

Um dos parâmetros para medir a evolução de uma indústria, país ou região advém da capacidade do processo de inovação que o alimenta. Estratégias corporativas e fontes de informação são fatores que influenciam no processo de Inovação Tecnológica de Produtos e Processo (TPP) em uma empresa (OCDE, 2006).

Na iminência de galgar novos caminhos para a indústria têxtil, Andra *et al.* (2021), em seu estudo sobre os nanomateriais para a fabricação de têxteis funcionais antimicrobianos, enfatizam a grande demanda que este tipo de indústria possui em todo o mundo, sendo essencial o uso de novas tecnologias para a fabricação de materiais com múltiplas funções. Thakker e Sun (2020) reiteram ainda, a importante contribuição que os bioativos trarão no futuro para a evolução dos produtos têxteis.

Dados publicados pela Associação Brasileira da Indústria Têxtil (ABIT) em 2021, demonstram que o faturamento da cadeia têxtil e de Confecção passa a ser de R\$185,7 bilhões em 2021, quando em 2018 era de R\$ 177 bilhões. O Brasil é o país do ocidente que possui toda a cadeia têxtil completa, que vai desde a produção

de fibras até as confecções e varejo. Dentre os seus principais desafios está a exploração das vantagens da biodiversidade brasileira, promovendo a ampliação da oferta de novas fibras (IEMI, 2019).

Inserido em um dos mercados mais relevantes do mundo, o mercado têxtil mundial evidencia suas potencialidades para produzir e realizar comércio exterior. O comércio internacional de têxteis e vestuário apresentou aumento maior que o dobro, entre os anos de 2000 e 2018, sendo que no setor têxtil especificamente houve um aumento de 126% neste período (IEMI, 2019).

Especificamente para os nanomateriais, que são considerados a aposta do nosso futuro próximo, faz-se urgente que sejam aprovadas leis específicas que regulamentem o tema. A nanotecnologia hoje, compõe ativos em quase todos os processos industriais e, além de ainda ser um tema pouco compreendido pela sociedade a sua normatização no Brasil é frágil e facultada a exploração desordenada. Os potenciais riscos e interesse comercial tornam a regulamentação da nanotecnologia um grande desafio a ser discutido entre o governo e diversos grupos de interesses no Brasil (Hupffer e Lazzaretti, 2019).

Compreender a necessidade de ter estratégias voltadas para o mercado mundial para avançar e inovar é a melhor forma de proteger o mercado interno, trazendo a perspectiva da participação de associações, órgãos de fomento e governo para a construção de uma estratégia coesa, voltada para o crescimento de uma nação (Cavalcanti e Santos, 2021).

Metodologia

A pesquisa foi realizada com caráter exploratória, quali-quantitativa, utilizando as técnicas de pesquisa bibliográfica e documental. O desenvolvimento do trabalho de pesquisa realizou-se em 4 etapas:

- Etapa 1 – Prospecção Bibliométrica: foi realizada em maio de 2022 nas bases científicas *Web of Science* e *Scopus* através da Plataforma do Portal Periódico CAPES, utilizando o campo título. As palavras-chave utilizadas na pesquisa foram: *fibers, polymers, filament, yarn, innovative, fabric, functional, textile, smart, bioactive* e *nanotechnology, bionanotechnology, bone e tissue*. Para ampliar possíveis resultados correlatos, utilizou-se de truncadores em substituição aos

sufixos de algumas palavras. Escritas na língua inglesa para maior alcance. As buscas sistemáticas para estudos relacionados aconteceram usando como critério para seleção dos documentos as palavras-chave contidas no título conforme sentença lógica a seguir: (textil* OR fabric OR fibr* OR fiber* OR polymer* OR filament* OR yarn*) AND (intelligent OR functional OR smart) AND (bio* AND nano*) AND NOT (tissue OR bone). Os resultados encontrados foram somados e tratados utilizando a linguagem R, através da ferramenta Bibliometrix no *R Studio*, para que não haja duplicidade de documentos.

- Etapa 2 – Prospecção Patentária: foi realizada em maio e junho de 2022, nas plataformas *Lens*, *Orbit Intelligence* e INPI. As palavras-chave escolhidas para a pesquisa nas foram: *fibers*, *polymers*, *filament*, *yarn*, *innovative*, *fabric*, *functional*, *textile*, *smart*, *bioactive* e *nanotechnology*, *bionanotechnology*, *bone* e *tissue*, combinadas entre si com a utilização de conectivos. Para a base de dados de patentes do INPI as palavras-chave utilizadas foram as correlatas em português. As conexões entre as palavras foi a mesma utilizadas nas plataformas internacionais, e a busca aconteceu por busca avançada de palavra-chave utilizando os campos Título, usando as sentenças lógicas a seguir: ((textil* OR fabric OR fiber* OR fibre* OR polymer*) AND (functional OR smart OR innovative) AND (bio* OR nano*) AND NOT (tissue OR bone)); ((textil* OR fabric OR fiber* OR fibre* OR polymer*) AND (bio* OR nano*) AND NOT (tissue OR bone)). Os resultados encontrados nas plataformas de registros de patentes foram comparados para verificar duplicidade de registros.

- Etapa 3 – Análise de patentes multicritérios: Foi utilizado o método de decisão multicritério (MCDM) por multiatributo (MCDM-MADA), que auxilia na tomada de decisão (MADEU *et al.*, 2021), onde foram observados aspectos que favoreçam o uso destas tecnologias como alternativa ao mercado consumidor. A análise dos documentos se deu de forma quantitativa. Foram considerados números de tecnologias que estão sendo protegidas por regiões, número de registros de patentes expirados ou ativos, além de comparação com as classificações patentárias relacionadas a busca realizada. Na análise qualitativa observou-se os resumos dos registros de patentes, e as possibilidades de aplicações para cada tecnologia. Os resultados encontrados foram catalogados por área de estudo, classificações patentárias e possíveis áreas de negócios como soluções para a indústria têxtil.

- Etapa 4 – Projeção de Cenários Futuros: Como forma de apresentar possibilidades de negócios para preencher lacunas e propor soluções de insumos para a indústria têxtil utilizou-se a metodologia prospectiva de cenários futuros, onde foram comunicadas as informações analisadas qualitativamente pelo estudo. A metodologia de cenários se predispõe a antecipação de situações inesperadas e a capacidade de inovar a partir de uma visão de futuro com base no presente (Souza e Takahashi, 2012). Os cenários partiram dos achados e conclusões realizadas na Etapa 3, considerando fatores externos e dados encontrados na rede com aspectos de exploração comercial e tendências de mercado brasileiro. As oportunidades foram analisadas e hipoteticamente emolduradas em situações que atendam a proposta de utilização de recursos como matéria-prima na criação ou aprimoramento de produtos comercializáveis. Utilizou-se na análise as relações das tecnologias encontradas com as possibilidades da indústria têxtil a partir das forças de Porter (1998), Matriz SWOT e quádrupla hélice. As 5 forças de Porter têm foco nos concorrentes existentes e nos que querem adentrar ao mercado, nos fornecedores, nos clientes e nos novos produtos. A matriz SWOT foi utilizada como ferramenta estratégica avaliando os recursos desta indústria e sua situação no mercado externo (MADSEN, 2016). Com o intuito de inter-relacionar as questões organizacionais evidenciadas na matriz SWOT foi proposto um diagrama juntando as questões levantadas com esta matriz, os atores envolvidos neste processo através da quádrupla hélice e as forças de Porter como base para a análise dos resultados dos registros de patente encontrados.

Resultados e Discussões

Etapa 1 – Prospecção Bibliométrica: Constatou-se que estudos envolvendo bioativos e nanotecnologia em fibras e materiais poliméricos tem sido objeto de interesse de trabalhos de pesquisa e desenvolvimento, conforme é demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1.

Quantidade de publicações por base de dados pesquisada

Table 1.

Number of publications per searched database

A pesquisa realizada na base *Web of Science* recuperou um maior número de documentos em relação à *Scopus*. Dentro do escopo da pesquisa, a expressão que melhor caracterizou a temática escolhida foi a que se utilizou de todos os grupos de palavras, sendo as palavras “BIO” e “NANO” interceptadas por “OR” fazendo a junção destes grupos através do conectivo “AND”, onde na junção das bases de dados, no campo Título, foram obtidos 253 documentos (Tabela 1). Realizada a junção dos dados obteve-se o valor bruto de documentos. Utilizou-se do pacote de dados *Bibliometrix* no *RStudio* para a junção dos documentos e verificação destes de forma repetida, além de possibilitar a leitura destes dados. Desta forma obteve-se 170 documentos, oriundos de 119 fontes diferentes. Na Figura 1, foram demonstradas a disposição através dos anos (2000-2022) da quantidade de publicações sobre a temática estudada, além da relação entre os países e as publicações realizadas com o tema estudado.

Figura 1. Quantidade de publicações de artigos científicos por ano (2000-2022) e por país e a relação de cooperação entre eles

Figure 1.

Number of publications of scientific articles per year (2000-2022) and by country and the cooperation relationship between them

Observa-se na Figura 1 a oscilação quanto as publicações, sendo que o seu pico se deu em 2019, ano que se deu inicio a pandemia da covid-19 no mundo, acontecendo uma queda brusca no ano seguinte em meio a crise epidemiológica mundial, ascendendo em 2021.

A China desponta como o país que mais pesquisa na área de bioativos e nanotecnologia, com um quantitativo de 86 publicações sobre o tema pesquisado, seguido dos EUA e Coreia do Sul, que quando somadas as quantidades não superam a China. Dentre estes artigos, destacamos o “BIOMINERALIZATION ON POLYMERCOATED MULTIWALLED CARBON NANOTUBES WITH DIFFERENT

SURFACE FUNCTIONAL GROUPS” do ano de 2012 que trata do modelo de biomineralização e síntese de materiais bioinspirados a partir de fluido corporal simulado (Li *et al.*, 2012).

Quanto a organização que mais houve publicação, tem-se a “AMER CHEMICAL SOCIETY” que é uma organização americana que tem pesquisas na área da química, com 25 publicações. O artigo intitulado “ADVANCES IN FUNCTIONAL POLYMER NANOFIBERS FROM SPINNING FABRICATION TECHNIQUES TO RECENT BIOMEDICAL APPLICATIONS”, foi publicado no ano de 2020, já coleciona 41 citações e tem como autores pesquisadores brasileiros em parceria com a EMBRAPA, Universidade Federal da Paraíba e Universidade Federal de Lavras e trata-se de um artigo de revisão que aborda os avanços das técnicas de fiação para micro e nanofios e suas possíveis aplicações biomédicas (Dos Santos *et al.*, 2020).

Citado 440 vezes, o artigo “SMART ELECTRONIC YARNS AND WEARABLE FABRICS FOR HUMAN BIOMONITORING MADE BY CARBON NANOTUBE COATING WITH POLYELECTROLYTES” demonstra um processo de transformação do algodão em fios e-têxteis inteligentes usando polieletrólitos com nanotubos de carbono (Shim *et al.*, 2008).

Etapa 2 – Prospecção Patentária: Os dados encontrados para a pesquisa patentária mostram a projeção tecnológica dos estudos científicos encontrados nas bases de dados científicos para a temática, conforme a Tabela 2.

Tabela 2.

Quantidade de documentos encontrados nas bases de dados de Registros de Patentes

Table 2.

Number of documents found in the Patent Registry databases

Os resultados apresentados na Tabela 2 delimitaram o rol da pesquisa e as tecnologias com uso de bioativos e nanotecnologia para a indústria têxtil. A quantidade de registros de tecnologia para o Lens obtida foi consideravelmente maior que o Orbit, apesar da plataforma Lens ser livre. Os dados obtidos para o INPI foram quantitativamente pequena em relação as outras bases.

Ao variar-se a utilização dos operadores lógicos “AND” e “OR” para as palavras “BIO” e “NANO” percebeu-se uma variação nos resultados das tecnologias protegidas. Para o uso das palavras com o operador “OR” obteve-se um total bruto de 1087 registros de patentes entre as buscas nas plataformas *Lens*, *Orbit* e INPI.

Ao utilizar-se o operador lógico “AND” para as mesmas palavras, com o intuito de recorte para o tema da pesquisa, obteve-se 23 resultados (11 no *Orbit*; 12 na *Lens*; e 0 no INPI) a partir da soma do retorno na busca das 03 plataformas de registros de patentes. Encontrou-se a partir daí o ponto de corte da pesquisa que teve como foco as tecnologias que usam bioativos e nanotecnologia para o uso em materiais têxteis funcionais.

Considerando as repetições, verificou-se que, apesar da Plataforma *Lens* ter retornado 01 registro a mais que a plataforma *Orbit*, quando comparadas eram os mesmos registros. Desta forma, escolheu-se a plataforma *Orbit* para as análises dos dados, por esta fornecer maior oportunidade de interação destes dados. Além disso, a busca de patentes registradas e/ou protegidas no Brasil foi considerada na plataforma *Orbit*. O Quadro 2 apresenta o detalhamento das 11 patentes recuperadas na pesquisa usando a plataforma *Orbit*.

Quadro 2.

Registros de patentes coletados na Plataforma *Orbit*, seus respectivos títulos e situação de proteção no Brasil

Painting 2.

Patent records collected on the Orbit Platform, their respective titles and protection status in Brazil

O Quadro 2 apresenta as tecnologias encontradas no rol da pesquisa, aspectos destas tecnologias e as suas possíveis interações com a indústria têxtil brasileira. Ao verificar-se os dados apresentados, percebe-se em sua maioria a utilização de bioativos e nanomateriais na área farmacêutica.

A área farmacêutica destaca-se com patentes que trazem ao mercado tecnologia que utilizam bioativos e nanomateriais como auxílio a diagnósticos e intervenções na área médica. Algumas destas tecnologias apresentam-se na forma de produto já pronto para uso humano, o que representa um avanço não só para a área de farmácia, como também para todas as áreas de saúde que envolvem a

utilização de substâncias que elevem a saúde e o bem-estar das pessoas, a exemplo dos registros de patente IN202041052202 (Sobha *et al.*, 2020) e EP2073848 (Maitra *et al.*, 2007).

Quanto ao estado legal dos registros de patentes tem-se 3 unidades delas (27,3%) inativas, contra 8 ativas (72,7%). Dentre as inativas, encontra-se a patente brasileira nº. BR102012031197 (da Silva Sobrinho *et al.*, 2012), que foi revogada em 1 de janeiro de 2021 por não ter realizado buscas preliminares em outros escritórios de patentes. Também em 2021, a patente chinesa CN108484163 (Beili, 2018) ao qual foi rejeitado o seu pedido após a publicação. Já a patente RU2431472 (Yamskov *et al.*, 2009) que havia previsão de ser expirada em 25 de setembro foi inativada por falta de pagamento de taxas.

No rol dos 11 registros de patentes, 08 encontram-se ativas, sendo que a patente EP1973977 (Ferencz *et al.*, 2004) é a única protegida no Brasil e encontra-se licenciada para a multinacional *Industries PPG*, as demais não encontram-se protegidas no Brasil e podem ser elencadas como tecnologias a serem utilizadas como propulsoras de produtos têxteis no mercado brasileiro.

A partir da coleta de dados verificou-se a predominância das proteções na América Central com a proteção de 4 patentes. São elas: EP3478326 (Mauro, 2016), EP2073848 (Maitra *et al.*, 2007), EP1973977 (Ferencz *et al.*, 2004) e a US9066885 (Raghavan *et al.*, 2008) nos EUA. A França vem em seguida com 3 registros de proteção em seu país, EP3478326 (Mauro, 2016) e EP1973977 (Ferencz *et al.*, 2004) protegidas também nos EUA e FR3019743 (Charles e Francois, 2014) somente protegido neste país. Após têm-se países como Bélgica, China, Alemanha, União Europeia, Grã-Bretanha, Índia, Itália, Japão e México com 2 registros de patentes protegidos em suas localidades, sendo que com exceção do Japão, os demais países todos os outros países possui proteção da patente EP1973977 (Ferencz *et al.*, 2004).

A patente EP1973977 (Ferencz *et al.*, 2004) tem o maior número de localidades em que se encontra protegida e destaca-se por ser um método em que pode ser usado uma diversidade de substâncias bioativas, favorecendo a diversidade de funcionalidades.

Observando o contexto dos registros de patentes protegidos no Brasil pode-se comparar a relação forte com a indústria farmacêutica no avanço das

tecnologias, o que mostra a busca desta área em novos produtos que atendam as necessidades da população.

A pesquisa foi realizada utilizando na plataforma Orbit com o critério de busca de proteção por país (Brasil). Após realizada a análise dos dados por gráficos na mesma plataforma chegou-se ao universo de 897.219 de tecnologias protegidas no Brasil, onde há o domínio da área de farmácia (5,9%) em relação as outras áreas de estudo, porém é preciso observar a participação expressiva das áreas de química básica (5,8%) e de polímeros (3,5%).

Quanto à Classificação Patentária, a classificação A61 está presente na maioria dos resultados, demonstrando que os registros de patentes para a temática possui uma relação forte com métodos e produtos médicos e farmacêuticos para a liberação de substâncias que melhorem o bem-estar das pessoas.

Ao cruzar os dados dos registros das patentes encontradas com a principal classificação patentária no estudo (A61K), observa-se a conexão destes *players* com outras áreas de estudo além da farmacêutica, conforme Figura 2.

Figura 13.

Domínio das tecnologias pelos cessionários das patentes com classificação patentária A61K

Figure 2.

Domain of technologies by assignees of patents with patent classification A61K

Entre os seis registros de patentes que possuem a classificação patentária A61K, percebe-se a participação de cessionários com atuação em outras áreas de estudo. A *University of Maryland* é uma universidade pública americana que atua com atividades de inovação promovendo parcerias com outros institutos de ensino, empresas e indústrias, sendo a sua tecnologia dominante entre todos os seus registros de patentes a Química Macromolecular e polímeros, apesar de, em específico para a tecnologia deste estudo apresentar participação apenas nas áreas tecnológicas farmacêutica e médica.

Já o Ministério da Indústria e Comércio da Federação Russo, representada pelos cessionários 2 e 4 da Figura 2, encontra-se com o único registro de patente atrelado a ele como inativo (RU2431472), não gerando relevância para este estudo.

Compreende-se que estes cessionários possuem grande capacidade de desenvolvimento e/ou licenciamento de tecnologias que atendam a indústria têxtil. Percebe-se a aparição em 2 destes cessionários a área de estudo voltada a nanotecnologia, apesar de não ser a sua área de estudo com maior registros de patentes, o que provavelmente é explicado por ser a área de nanotecnologia recente onde os suas tecnologias estão começando a surgir em forma de patente na atualidade.

Etapa 3 – Análise de patentes multicritério: No contexto da pesquisa reitera-se a necessidade de elencar fatores que favoreçam o uso das tecnologias encontradas como alternativas a indústria têxtil. Desta forma os 11 registros de patentes encontrados foram agrupados no Quadro 2, apontando suas classificações patentárias, área de estudo e suas possíveis áreas de negócios a que elas podem estar vinculadas.

Quadro 3.

Classificações patentárias, áreas de estudo e possíveis áreas de negócios para indústria têxtil

Painting 3.

Patent classifications, study areas and possible business areas for the textile industry

Os registros de patentes coletados demonstram que boa parte destas tecnologias possuem uso definido, e em sua maioria são para a área da saúde. Os demais registros foram catalogados de forma que através de seus resumos e de suas classificações patentárias possam ser utilizadas para o uso de outros nichos de mercado da indústria têxtil, como: têxteis esportivos; têxteis de uso pessoal; artigos para casa; têxteis militares; têxteis para revestimentos de automomóveis e outros meios de transporte; e calçados;

Etapa 4 – Projeção de Cenários Futuros: Utilizar novas tecnologias e novos materiais para a produção de artigos da indústria têxtil corrobora com o caminho que tem percorrido o Brasil atrelado a indústria 4.0, conectados com as necessidades humanas e a sustentabilidade requerida na utilização de recursos finitos.

Para os autores De Oliveira Claro *et al.* (2008), um ponto comum entre as diversas definições de sustentabilidade está nas três dimensões que a compõe: econômica, ambiental e social. A dimensão econômica tem relação com estabilidade

da rentabilidade ao longo do tempo, a dimensão ambiental, ou ecológica associa-se a manutenção do ecossistema preservando seus componentes e as interações ali existentes, já a dimensão social tem relação com a compatibilidade da forma do manejo e organização do sistema com a valores culturais e éticos do grupo social envolvido (De Camino e Müller, 1993).

A partir desta premissa, para melhor identificar as possibilidades dos mercados da indústria têxtil, foi realizado a Matriz SWOT do mercado têxtil frente as tecnologias encontradas na pesquisa, atrelando a sua análise a perspectiva de novas tecnologias com o uso de materiais sustentáveis.

Através dos resultados encontrados para o registro de patentes foi possível identificar alguns fatores que podem estar influenciando no desenvolvimento de tecnologias com bioativos e nanotecnologia para uso da indústria têxtil funcional, conforme Quadro 3.

Quadro 4.

Matriz SWOT

Painting 4.

SWOT Matrix

Analisar através da Matriz SWOT permite uma visão ampliada das reais oportunidades e/ou empecilhos que a indústria têxtil pode enfrentar diante a realidade do mundo atual. Utilizar a SWOT em momento de planejamento estratégico permite identificar recursos existentes, e investigar tendências e padrões benéficos ou ruins das empresas (Gürel, 2017).

As pesquisas realizadas com materiais oriundos da biodiversidade brasileira são promissoras e incrementam a busca por matéria-prima que atendam a evolução da indústria têxtil brasileira. Nenhuma pesquisa, dentro da prospecções bibliométricas e/ou patentária desse estudo utiliza-se de materiais específicos desta biodiversidade atrelado a nanotecnologia, o que demonstra um vasto campo a ser explorado.

No estudo realizado a área farmacêutica é predominante, a exemplo das tecnologias US9066885 (Raghavan *et al.*, 2008), FR3019743 (Charles e Francois, 2014), EP2073848 (Maitra *et al.*, 2007) e RU2431472 (Yamakov *et al.*, 2009) que apesar de, em sua maioria, possuírem função própria para o uso

farmacêutico/medicinal, são compostos de tecnologias capazes de proporcionar funcionalidades diversas aos têxteis, utilizando-se de nanoestruturas.

As diversas pesquisas reveladas no estudo bibliométrico trazem a perspectiva de um campo de pesquisa amplo a ser explorado. Um dos estudos realizados por pesquisadores brasileiros aponta para uma promissora aplicação da biotecnologia. Trata-se de nanopartículas biogênicas de prata obtidas biossintese de um fungo e impregnadas em tecidos de algodão e poliéster, formando ação antimicrobiana nos tecidos (Rodrigues *et al.*, 2019)

As ameaças possuem um elo de ligação com as oportunidades, é a partir delas que surge a necessidade de melhoria e conseqüentemente, inovação. No campo tecnológico deste estudo, observou-se a fragilidade brasileira frente aos outros países, tecnologias registradas em sua maioria não são protegidas no Brasil (Quadro 1), além disso o país precisa acompanhar o avanço tecnológico veloz e a grande quantidade de produtos lançados no mercado interno, que em sua maioria vem do exterior.

Para alinhar estas premissas ao desenvolvimento sustentável com responsabilidade social e ambiental, é preciso compreender o processo de inovação tecnológica como ampla e inteira de todos os seus possíveis participantes. A quártupla hélice evidencia essa participação, e traz a necessidade de uma inovação que seja transformadora para a sociedade, através do seu olhar como participante do processo, atrelada a sustentabilidade do seu desenvolvimento e ao crescimento econômico sustentável (Kholiavko *et al.*, 2021).

A Figura 3 traz consigo a perspectiva das patentes protegidas sob a ótica da quártupla hélice e sua relação com as forças de Porter (1998) para desenvolvimento de um conceito de inovação disruptiva e ampla.

Figura 14.

Proposição de diagrama disruptivo/incremental de tecnologias inovadoras que alcancem novas áreas de produtos ainda não delimitadas.

Figure 3.

Proposition of a disruptive/incremental diagram of innovative technologies that reach new areas of products not yet defined.

Na Figura 3, apresenta-se a interrelação entre a Matriz SWOT, forças de Porter e atores da quintupla hélice, numa visão compreendida a partir da possibilidade de atender as necessidades humanas através da inovação, o que faz gerar um ciclo inovativo com a inserção dos cinco atores da quintupla hélice, elevando a capacidade produtiva das empresas através da sustentabilidade, o bem-estar social e o desenvolvimento econômico sustentável. Para Grundel e Dahlström (2016), os atores/sistemas da quintupla hélice formam subsistemas que se movem de acordo com o conhecimento gerado de forma circular, levando a novos conhecimentos e inovações.

As fraquezas internas e ameaças externas de uma organização juntamente com as necessidades por novos processos/produtos requeridos podem atuar como agentes impulsionadores para a inovação. As forças de Porter atuando como agente integrador da organização com o ambiente que está inserido, viabiliza a formulação de estratégias competitivas (Porter, 1998).

Neste processo de busca de estratégias e soluções, a inovação surge como potencializadora das forças das organizações e de suas oportunidades, o que eleva a capacidade de geração de ofertas/demandas para atingir ao desenvolvimento social e econômico.

A inovação na indústria pode ocorrer em diversos graus. Quando há a busca pelo máximo da inovação, tem-se a inovação radical; se há a busca pelo mínimo, chama-se inovação incremental (Tironi e Cruz, 2008). Define-se inovação radical aquela que baseia-se em uma novidade tecnológica ou mercadológica, levando a criação de um novo mercado, enquanto que a inovação incremental define-se por inovações que acrescenta melhoramentos em produtos e/ou processos já existentes.

Diante do processo de inovação, as tecnologias encontradas na pesquisa demonstraram ser utilizadas em outras áreas produtivas, o que não inviabiliza a utilização das mesma na indústria têxtil. Lundvall (1992) acredita no processo de inovação quando enraizado no aprendizado de atividades rotineiras. Espera-se que as atividades inovativas sejam incrementais, além de ampliar o olhar sobre as tecnologias protegidas por registros de patentes em áreas conexas e afins as da indústria têxtil.

Conclusões

Os resultados obtidos a partir das prospecções bibliométrica e patentária possibilitaram compreender as possibilidades da indústria têxtil a partir das tecnologias em estudo e já patenteadas atingindo assim a questão central da pesquisa.

No que tange à análise das tecnologias relacionadas à indústria têxteis, a pesquisa revelou as potencialidades da indústria têxtil, que são muitas e em ascensão, mas ainda encontram-se com pequena exploração no Brasil. Foram verificadas as tecnologias registradas e aquelas ainda em estudo que atendam à indústria têxtil, observando a junção do uso de bioativos com materiais nanotecnológicos. Dentre as tecnologias encontradas, foram identificadas as que não são protegidas no Brasil e que possuem potencial uso na indústria têxtil funcional. Estas tecnologias congregam para o desenvolvimento de novos produtos funcionais, com uso de bioativo e nanotecnologia, dentro dos nichos de exploração desta área da indústria.

Os registros de patentes EP1973977 (Ferencz *et al.*, 2004), EP3478326 (Mauro, 2016), CN108484163 (Beili, 2018), EP2944711 (Mitsuhiro *et al.*, 2014) e BR102012031197 (Da Silva Sobrinho *et al.*, 2012) destacam-se como tecnologias que possuem características em seu desenvolvimento que poderão ser utilizadas em outros ramos da indústria, com foco na indústria têxtil, permitindo o desenvolvimento de produtos funcionais com propriedades antimicrobianas, em especial para o ramo de têxteis esportivos.

Apesar de poucas tecnologias protegidas encontradas a serem utilizadas como suporte à inovação na indústria têxtil, foi possível realizar análise com olhar ampliado para a discussão sobre desenvolvimento econômico e sustentável, a partir da inovação na indústria têxtil funcional. Estes registros despertam a necessidade de discussão sobre o uso de inovação observando aspectos sociais, ambientais e sustentáveis.

Além disso, é perceptível a falta de cultura do Brasil em registros de patentes com as tecnologias foco da pesquisa, uma lacuna precisa ser preenchida entre o que é produzido nos institutos de pesquisa brasileiros e a colocação dos seus resultados no mercado.

Ainda assim, a pesquisa possui relevância significativa ao apresentar possibilidades para a indústria têxtil por meio de investigações realizadas por centros especializados em pesquisa e desenvolvimento, aproximando o mercado das oportunidades que o estudo científico e tecnológico pode oferecer. Dessa forma, poderá permitir que a inovação aconteça dentro de um ciclo contínuo, ancorado nos atores da quíntupla hélice e no setor em desenvolvimento sustentável crescente.

Referências

- ABDI. (2019). Sondagem de Inovação. Disponível em: https://api.abdi.com.br/file-manager/upload/files/Sondagem_Inovacao_3_Trim_2019.pdf. Acesso em: 23 abr. 2021.
- ABIT. (2020). Perfil do Setor. Disponível em: <https://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor>. Acesso em: 23 abr. 2021.
- ALBUQUERQUE, E. M. (1998). Patents according to the neo-Schumpeterian approach: an introductory discussion. *Brazilian Journal of Political Economy*, 18(4), 561-580. Disponível em: <https://centrodeeeconomiapolitica.org/repojs/index.php/journal/article/view/1151>. Acesso em: 2 jul. 2022.
- AMARAL, T. B. S., SOARES, I. H. W., SEMAAN, F. S. & PEREIRA, R. P. (2019). Nanomateriais e dispositivos para a área de Defesa. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, E18, 409-420. Disponível em: Acesso em: 17 maio 2022.
- ALMEIDA, R. D. dos A., MONTE, E. Z. & GRASSI, R. A. (2020). Estratégia de inovar? Uma resenha da literatura recente e novas evidências para os diversos setores da economia brasileira a partir da PINTEC. *Revista de Economia*, 41(76), 430-458. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/re.v41i76.69334>. Acesso em: 30 jun. 2022.
- ANDRA, S., BALU, S. K., JEEVANANDAM, J. & MUTHAKAGU, M. (2021). Emerging Nanomaterials for Antibacterial Textile Fabrication. *Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology*, 394, 1355-1382. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00210-021-02064-8>. Acesso em: 17 maio 2022.
- BEILI, G. (1918). *Preparation method of zirconium nano-ceramic biological wave energy functional fiber*. Depositante: Jiangsu College of Engineering & echnology. CN108484163. Depósito: 17 maio 2018. Concessão: 9 abr. 2018.
- BOH PODGORNIK, B., ŠANDRIĆ, S. & KERT, M (2021). Microencapsulation for Functional Textile Coatings with Emphasis on Biodegradability - A Systematic

- Review. Coatings*, 11(11), 1371. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/coatings11111371>. Acesso em: 17 maio 2022.
- BORNIA, A. C., ALMEIDA, D. M., & DA SILVA, E. F. (2020). Indústrias inovadoras e a utilização dos incentivos fiscais à inovação tecnológica da Lei do Bem. *Contabilidad y Negocios*, 15(29), 107-126. Disponível em: <https://doi.org/10.18800/contabilidad.202001.007>. Acesso em: 17 maio 2022.
- BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTIC). (2022). Materiais Avançados. Disponível em: <https://repositorio.mctic.gov.br/handle/mctic/4300>. Acesso em: 27 nov. 2021.
- BRUNO, F. da S. (2017). *A Quarta revolução industrial do setor têxtil e de confecção: a visão de Futuro para 2030*. São Paulo, SP: Estação das Letras e Cores.
- CALDEIRA, A., MEDEIROS JR., A. de, & PEREZ, G. (2018). Innovation as influence factor in competitiveness of Brazilian textile supply chain: the vision of managers. *MISES: Interdisciplinary Journal of Philosophy, Law and Economics*, 6(2). Disponível em: <https://misesjournal.org.br/misesjournal/article/view/859>. Acesso em: 28 abr. 2021.
- CAMARGO, R. B., BATISTI, D. L. S., SOUZA, V. K. G. de, NEUMANN, M. & MORITZ, C. M. F. (2021). Reflexões sobre a importância do aporte financeiro para a pesquisa científica brasileira com produtos naturais. *Research, Society and Development*, 10(5), E43110515001-e43110515001. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/15001>. Acesso em: 28 abr. 2021.
- CANCI, E. (2021). Crescimento econômico e inovação: uma estimativa da fronteira de possibilidades de inovação. *Brazilian Journal of Political Economy*, 41, 155-175. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0101-31572021-2932>. Acesso em: 28 abr. 2021.
- CAVALCANTI, A. M. & SANTOS, G. F. (2022). A Indústria Têxtil no Brasil: uma análise da importância da competitividade frente ao contexto mundial. *Exacta: Engenharia de Produção*, 20(3). Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/exacta/article/view/17784>. Acesso em: 24 maio 2021.
- CHARLES, L. C. J.; FRANCOIS, B. J. (2014). *Composition of nanoparticles covered with a stabilizer layer composed of multifunctional polymers bearing functional groups of the phosphors biodistribution/targeting*. Depositante: SPECIFIC POLYMERS. FR3019743. Depósito: 9 abr. 2014. Concessão: 16 out. 2015.
- CHETHIPUZHA, M., ABRAHAM, A. R., KALARIKAKAL, N. & THOMAS, S. (2021). Embracing nanotechnology concepts in the electronics industry. *In: Fundamentals and Properties of Multifunctional Nanomaterials*. Amsterdam, Elsevier, 405-421 p.

- CNI. (2021). Sondagem Industrial. *Indicadores Econômicos CNI*. Março 2021. Ano 24. Número 3. ISSN 1676-0212. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/1a/76/1a76d2e3-d458-4987-a593-3f3df0dd8cd6/sondagemindustrial_marco2021_2.pdf. Acesso em: 23 maio 2022.
- CROCCO, M. A. & FEIL, F. (2019). Um ensaio sobre riscos ambientais e estabilidade do sistema financeiro: o caso do Brasil No Pós Pandemia. In: BERCOVICI, S. e A. (org.). *Utopias para reconstruir o Brasil*. Porto Alegre, Editora Quartier Latin.
- DANDOLINI, G. A. SOUZA, J. A. de, PEREIRA, R. & Malvestiti, R. (org.). (2020). *Inovação social, negócios sociais e desenvolvimento sustentável*. Nova Xavantina, MT: Pantanal, p. 96.
- DA SILVA SOBRINHO, A. S., OTANI, C., MATIELI, J. E., & MASSI, M. (2012). *Tela polimérica revestida de nanofilmes ou nanopartículas de metais funcionais e/ou seus óxidos, com ou sem nanofilmes de carbono, com características bactericida, bacteriostática e biocompatibilidade, e processo de obtenção por meio de técnicas assistidas a plasmas frios*. Depositante: Instituto Tecnológico de Aeronáutica. BR102012031197. Depósito: 7 dez. 2012. Concessão: 24 dez. 2013.
- DE CAMINO V. R., & MÜLLER, S. (1993). Sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales: bases para establecer indicadores. Série Documentos de programas. Disponível em: <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/8137/BVE19040265e.PDF?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 30 jun. 2022.
- DE OLIVEIRA CLARO, Priscila Borin; CLARO, Danny Pimentel & AMÂNCIO, Robson. (2008). Entendendo o conceito de sustentabilidade nas organizações. *Revista de Administração-RAUSP*, v. 43, n. 4, p. 289-300. <https://doi.org/10.1590/S0080-21072008000400001>
- DERA, M. W. & TESEME, W. B. (2020). Review on the Application of Food Nanotechnology in Food Processing. *American Journal of Engineering and Technology Management*, 5(2), 41-47.
- DOS SANTOS, D. M., CORREA, D. S., OLIVEIRA, J. E. & MATTOSO, L. H. C. (2020). Advances in functional polymer nanofibers: From spinning fabrication techniques to recent biomedical applications. *ACS applied materials & interfaces*, 12(41), 45673-45701. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/acsami.0c12410>. Acesso em: 30 jun. 2022.
- DRIDI, D., BOUAZIZ, A., GARGOUBI, ZOUARI, A., B'CHIR, F., BARTEGI, A., MAIDOUB, H. & BOUDOKHANE. (2021). Enhanced Antibacterial Efficiency of Cellulosic Fibers: Microencapsulation and Green Grafting Strategies. *Coatings*, 11(8), 980. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/coatings11080980>. Acesso em: 30 jun. 2022.

- EL-SAYED, A., KAMEL, M. (2020). Advanced applications of nanotechnology in veterinary medicine. *Environ Sci Pollut Res* 27, 19073–19086. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3913-y>
- ENGELMANN, W., GAYMARD, S., & von HOHENDORFF, R. (2018). The Legal Perception of the Risks of Nanotechnologies in the Environment: Challenges and Possibilities in the Construction of a Framework. *Veredas do Direito*, 15, 243. <http://dx.org/10.18623/rvd.v15i33.1298>
- ESSIEN, S. S. O.; YOUNG, B.; BAROUTIAN, S. Recent Advances in Subcritical Water and Supercritical Carbon Dioxide Extraction of Bioactive Compounds From Plant Materials. (2020). *Trends in Food Science & Technology*, 97, 156-169. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.01.014>. Acesso em: 30 jun. 2022.
- FECHINE, P. B. A. (2020). *Avanços no desenvolvimento de nanomateriais*. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/55633>. Acesso em: 27 nov. 2021
- FERENCZ, J. M, W., POLK, D. & FALER, D. L. (2004). *Aqueous dispersions of polymer-enclosed particles, related coating compositions and coated substrates*. Depositante: PPG INDUSTRIES. EP1973977. Depósito: 24 jun. 2004. Concessão: 1 out. 2008.
- FERNANDES, D. R. (2012). Uma visão sobre a análise da Matriz SWOT como ferramenta para elaboração da estratégia. *Revista de Ciências Jurídicas e Empresariais*, v. 13, n. 2. <https://doi.org/10.17921/2448-2129.2012v13n2p%25p>
- FRANK, J., FUKAGAWA, N. K., BILIA, A. R., JOHNSON, E. J., KWON, O., PRAKASH, V., ... & WILLIAMSON, G. (2020). Terms and nomenclature used for plant-derived components in nutrition and related research: efforts toward harmonization. *Nutrition reviews*, 78(6), 451-458. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuz081>
- FYTIANOS, G.; RAHDAR, A. & KYZAS, G. Z. (2020). Nanomateriais em cosméticos: atualizações recentes. *Nanomateriais*, 10(5), 979.
- GUAADAOU, A., BENAICHA, S., ELMAJDOUB, N. & BELLAOUI, M. (2014). What is a bioactive compound? A combined definition for a preliminary consensus. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 3(3), 174-179.
- GÜREL, E. (2017). SWOT analysis: A theoretical review. *Journal of International Social Research*, 10(51), 994-1006.
- GRUNDEL, I., & DAHLSTRÖM, M. (2016). A quadruple and quintuple helix approach to regional innovation systems in the transformation to a forestry-based bioeconomy. *Journal of the Knowledge Economy*, 7(4), 963-983. <https://doi.org/10.1007/s13132-016-0411-7>

- HAMID, S., MIR, M. Y. & ROHELA, G. K. (2020). Novel coronavirus disease (COVID-19): a pandemic (epidemiology, pathogenesis and potential therapeutics). *New Microbes New Infect.* Disponível em: <https://www.researchgate.net/journal/New-Microbes-and-New-Infections-2052-2975>. Acesso em: 20 maio 2022.
- HARDY, B. & SEVER, C. (2021). Financial Crises and Innovation. *European Economic Review*, 138, 103856. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0080-21072008000400001>. Acesso em: 2 maio 2022.
- HUPFFER, H. M. & LAZZARETTI, L. L. (2019). Nanotecnologia e sua Regulamentação no Brasil. *Revista Gestão e Desenvolvimento*, 16(3), 153-177. Disponível em: <https://periodicos.feevale.br/seer/index.php/revistagestaoedesenvolvimento/article/view/1792>. Acesso em: 23 maio 2022.
- IDUMAH, C. I., EZIKA, A. C. & ENWEREM, U. E. (2021). A review on biomolecular immobilization of polymeric textile biocomposites, bionanocomposites, and nano-biocomposites. *The Journal of The Textile Institute*, p. 1-17. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00405000.2021.1957277>. Acesso em: 23 maio 2022.
- IEMI. (2019). INSTITUTO DE ESTUDOS E MARKETING INDUSTRIAL. Brasil têxtil: relatório setorial da indústria têxtil brasileira 2019. São Paulo: IEMI, 2019.
- INPI. (2020). Indicadores de Propriedade Industrial 2020: Estatísticas. Disponível em: https://www.gov.br/inpi/pt-br/aceso-a-informacao/pasta-x/boletim-mensal/arquivos/documentos/indicadores-2020_aecon_vf-27-01-2021.pdf. Acesso em: 17 maio 2021.
- JAMSHAD, H., MISHRA, R., HUSSAIN, U, RAJPUT, A. W., TICHY, M. & MULLER, M. (2021). Natural Fiber Based Antibacterial, Wound Healing Surgical Sutures by the Application of Herbal Antimicrobial Compounds. *Journal of Natural Fibers*, 12,1-6. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15440478.2021.1988798>. Acesso em: 17 maio 2021.
- JANARTHANAN, M. & KUMAR, M. S. (2018). The properties of bioactive substances obtained from seaweeds and their applications in textile industries. *Journal of Industrial Textiles*, 48(1), 361-401. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1528083717692596>. Acesso em: 7 maio 2021.
- KHOLIIVKO, N., GROU, V., SAFONOV, Y. & ZHAVORONOV, A. (2021). Quintuple Helix Model: Investment Aspects of Higher Education Impact on Sustainability. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*, 43(1), 111-128. Disponível em: <https://ejournals.vdu.lt/index.php/mtsrbid/article/view/2186>. Acesso em: 6 abr. 2022.

- KRIFA, M. & PRICHARD, C. (2020). Nanotechnology In Textile And Apparel Research—An Overview Of Technologies And Processes. *The Journal of The Textile Institute*, 111(12), 1778-1793. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00405000.2020.1721696> . Acesso em: 6 abr. 2022.
- LEHMANN, P., BRITO, M. M. de, GAWEL, E., GROSS, M., HAASE, A. LEPPENIES, R., OTTO, D., SCHILLER, J. STRUNZ, S. & THRÄN, D. (2021). Making the COVID-19 crisis a real opportunity for environmental sustainability. *Sustainability Science*, 16(6), 2137-2145. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11625-021-01003-z>. Acesso em: 10 abr. 2022.
- LENS.ORG. Nova pesquisa de patentes. (2022). Disponível em: <https://www.lens.org/lens/search/patent/structured>. Acesso em: 20 maio 2022.
- LI, X., LAN, J., AI, M. GUO, Y. & CAI, Q. (2014). Biomineralization on polymer-coated multi-walled carbon nanotubes with different surface functional groups. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 123, 753-761. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2014.10.026>. Acesso em: 20 maio 2022.
- LUNDVALL, B.-A. (1992). *National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning*. 404 p. E-Book. Disponível em: https://www.jstor.org/stable/j.ctt1gxp7cs?turn_away=true. <https://library.oapen.org/bitstream/handle/20.500.12657/31613/626406.pdf?sequence=1 - page=102> Acesso em: 22 jun. 2022.
- MADEU, F. C. B., PELLANDA, P. C., & PASSOS, A. C. (2021). Prospecção tecnológica utilizando análise de patentes e o método AHP. *Revista Militar de Ciência e Tecnologia*, 38(1), 14-30. Disponível em: <http://www.ebrevistas.eb.mil.br/CT/article/view/8631> . Acesso em: 15 nov. 2021.
- MADSEN, D. Ø. (2016). SWOT analysis: a management fashion perspective. *International Journal of Business Research*, 16(1), 39-56. SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2615722>
- MAITRA, A., FELDMANN, G. & BISHT, S. (2007). *Water-dispersible oral, parenteral, and topical formulations for poorly water soluble drugs using smart polymeric nanoparticles*. Depositante: Johns Hopkins University. EP2073848. Depósito: 10 maio 2007. Concessão: 1 jul. 2009.
- MARQUES, R. S. M. F. R. (2021). Patentes, genéricos e acesso ao medicamento: o caso das pandemias. *Cadernos Ibero-Americanos de Direito Sanitário*, 10(3), 127-144. Disponível em: <https://doi.org/10.17566/ciads.v10i3.763>. Acesso em: 22 jun. 2022.
- MAURO, C. F. (2016). *Biocompatible polymeric nanoparticles containing functional metal nanostructures, preparation process and relative use in the diagnostic and/or therapeutic field*. Depositante: Bio On-Bio on Societa Per Athoni. EP3478326. Depósito: 29 jun. 2016. Concessão: 27 jun. 2017.

- MELO, C. P. de & PIMENTA, M. (2010). Nanociências e nanotecnologia. *Parcerias estratégicas*, 9(18), 9-22. Disponível em: http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/130/124. Acesso em: 18 maio 2022.
- MITEVA, A. (2021). Nanotechnology in Sports and Security. *Strategies for Policy in Science and Education*, 29(4), 46-53. Disponível em: https://azbuki.bg/wp-content/uploads/2021/08/Strategies_4S_21_Adelina-Miteva.pdf. Acesso em: 7 dez. 2021.
- MITSUHIRO, E., TAKAO, A. & KOICHIRO, U. (2014). *Nanofiber having self-heating properties and biologically active substance release properties, production method for same, and nonwoven fabric having self-heating properties and biologically active substance release capabilities*. Depositante: National Institute for Materials Science. EP2944711. Depósito: 10 jan. 2014. Concessão: 18 nov. 2015.
- MITTAL, S. K., GOYAL, D., CHAUHAN, A. & KUMARDANG, R. (2020). Graphene nanoparticles: the super material of future. *Materials Today: Proceedings*, 28, 1290-1294. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.260>. Acesso em: 10 jan. 2022.
- MOREIRA JR., H. (2020). Indústria 4.0 e novas dimensões tecnológicas no centro da economia-mundo capitalista: perspectivas para o Brasil. *OIKOS*, 19(2), 79-91. Disponível em: <http://www.revistaoikos.org/seer/index.php/oikos/article/view/654/336>. Acesso em: 1 jun. 2022.
- MORO, G., BOTTARI, VAN LOON, J., DU BOIS, E. & WAEL, K. de. (2019). Disposable electrodes from waste materials and renewable sources for (bio) electroanalytical applications. *Biosensors and Bioelectronics*, 146, 111758. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bios.2019.111758>. Acesso em: 1 jun. 2022.
- MURUGESH BABU, K. & RAVINDRA, K. B. (2015). Bioactive Antimicrobial Agents For Finishing Of Textiles For Health Care Products. *The Journal of The Textile Institute*, 106(7), 706-717. <https://doi.org/10.1080/00405000.2014.936670> Acesso em: 3 jun. 2022.
- NEMLIOGLU, I. & MALLICK, S. (2021). Effective innovation via better management of firms: the role of leverage in times of crisis. *Research Policy*, 50(7), 104259. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2021.104259>. Acesso em: 5 jun. 2022.
- ORBIT INTELLIGENCE. (2022). *Questel Orbit. Base de dados – Internet*. Disponível em: <https://www.orbit.com/>. Acesso em: 1 jul. 2022.
- OMPI. (2021). *Índice Global de Inovação 2021*. Resumo executivo. 14. ed. 28 p. Disponível em:

https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/pt/wipo_pub_gii_2021_exec.pdf. Acesso em: 1 jul. 2022.

- OCDE. (2006). *Manual de Oslo: diretrizes para a coleta e interpretação de dados sobre inovação tecnológica*. 3. ed. Rio de Janeiro, FINEP, 136 p. Disponível em: http://www.finep.gov.br/images/a-finep/biblioteca/manual_de_oslo.pdf. Acesso em: 20 maio 2021.
- PARANHOS, R. D. C. S., & RIBEIRO, N. M. (2018). Importância da prospecção tecnológica em base em patentes e seus objetivos da busca. *Cadernos de Prospecção*, 11(5), 1274. <http://dx.doi.org/10.9771/cp.v12i5.28190>
- PISOSCHI, A. M. POP, A., CIMPEANU, C., TURCUS, V. & PREDOI, E. (2018). Nanoencapsulation techniques for compounds and products with antioxidant and antimicrobial activity-A critical view. *European journal of medicinal chemistry*, 157, 1326-1345. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2018.08.076>. Acesso em: 2 maio 2022.
- PONTES, T. T. S.; GENUÍNO, S. L. V. P. (2019). Economic development and technological innovation capacity in Brazil: an analysis with panel data. *Revista Brazilian Journal of Management & Innovation*, 7(1), 138-158. Disponível em: <http://www.uces.br/etc/revistas/index.php/RBGI/index>. Acesso em: 7 maio 2022.
- PORTER, M E. (1998). *Clusters and the new economics of competition*. Boston, Harvard Business Review.
- RAGHAVAN, S. R., PAYNE, Gregory F., ZHU, Chao, DOELING, Matthew B. (2008) **Advanced functional biocompatible polymeric matrix containing nano-compartments**. Depositante: UNIVERSITY OF MARYLAND. US9066885. Depósito: 17 mar. 2008. Concessão: 16 out. 2008.
- RAMSDEN, J. (2016). *Nanotechnology: an introduction*. 2. ed. Cambridge, Elsevier, 358 p.
- RODRIGUES, A. G., GONÇALVES, P. J. R. de O., OTTONI, C. A., MORGANO, M. A., ARAÚJO, W. L. de, MELO, I. S. de & DE SOUZA, A. O. (2019). Functional textiles impregnated with biogenic silver nanoparticles from *Bionectria ochroleuca* and its antimicrobial activity. *Biomedical Microdevices*, 21(3), 1-10. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10544-019-0410-0>. Acesso em: 23 abr. 2022.
- ROMAGNOLI, M. J., GONZALEZ, J. S., MARTINEZ, M. A. & ALVAREZ, V. A. (2020). Micro-and nanotechnology applied on eco-friendly smart textiles. *Handbook of Nanomaterials and Nanocomposites for Energy and Environmental Applications*, 1-19, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-030-11155-7_58-1. Acesso em: 23 abr. 2022.

- SALEH, T. A. (2020). Nanomaterials: classification, properties, and environmental toxicities. *Environmental Technology & Innovation*, 101067, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eti.2020.101067>. Acesso em: 23 abr. 2022.
- SANTOS, A. M., QUONIAN, L., KNISS, C. T., & REYMOND, D. (2016). Ferramentas para extração e análise de informações em base de patentes: uma aplicação para o modelo de hélice quádrupla. *Mirage*, 23 mar. <http://repositorio.uninove.br/xmlui/handle/123456789/1036>.
- SANTOS, U. P. dos, RAPINI, M. S. & MENDES, P. S. (2021). Impactos dos incentivos fiscais na inovação de grandes empresas: uma avaliação a partir da pesquisa Sondagem de Inovação da ABDI. *Nova Economia*, v. 30, p. 803-832, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/neco/a/CSbVB844zhC8vd9SM8LRpsd/?lang=pt>. Acesso em: 23 abr. 2022.
- SOUZA, I. D. S., & Passarini Takahashi, V. P. (2012). A visão de futuro por meio de cenários prospectivos: uma ferramenta para a antecipação da inovação disruptiva. *Future Studies Research Journal: Trends and Strategies*, 4(2), 102-132. <https://doi.org/10.24023/FutureJournal/2175-5825/2012.v4i2.110>
- SRINIVASA, R. A., PAYNE, G. F., CHAO, Z. & DOWLING, M. B. (2008). *Advanced functional biocompatible polymeric matrix containing nano-compartments*. Depositante: University Of Maryland. US9066885. Depósito: 17 mar. 2008. Concessão: 16 out. 2008.
- SAXENA, S. K., NYODU, R., KUMAR, S. & MAURYA, V. K. (2020). Current advances in nanotechnology and medicine. *NanoBioMedicine*, 3-16. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-981-32-9898-9_1. Acesso em: 3 abr. 2022.
- SCHUMPETER, J. A. (1997). *A Teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucro, capital, crédito, juro e o ciclo econômico* (Os economistas). São Paulo, Nova Cultural.
- SHAH, R. A.; FRAZAR, E. M.; HILT, J. Z. (2020). Recent developments in stimuli responsive nanomaterials and their bionanotechnology applications. *Current Opinion in Chemical Engineering*, 30, 103-111. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.coche.2020.08.007>. Acesso em: 3 abr. 2022.
- SHAHID, M., SHAHID-UL-ISLAM, & FAGGER, M. (2013). Recent Advancements in natural dye applications: a review. *Journal of Cleaner Production*, 53,310-331. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.03.031>. Acesso em: 16 abr. 2022.
- SHALABY, M. N.; SAAD, M. M. (2020). Advanced material engineering and nanotechnology for improving sports performance and equipment. *International Journal of Psychosocial Rehabilitation*, 24(10), 2314-2322.
- SHIM, B. S., CHEN, W., DOTY, C., XU, C. & KOTOV, N. A. (2008). Smart electronic yarns and wearable fabrics for human biomonitoring made by carbon

- nanotube coating with polyelectrolytes. *Nano letters*, 8(12), 4151-4157. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/nl801495p>. Acesso em: 23 maio 2022.
- SILVA, M. D. N. & PINHEIRO, E. B. F. (2021). Bioactive compounds: a contribution to the teaching of organic functions in the chemistry degree course. *Research, Society and Development*, 10(3), e55610313742-e55610313742. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13742>. Acesso em: 23 maio 2022.
- SILVA, M. F. de O., PEREIRA, F. dos S. & MARTINS, J. V. B. (2018). A bioeconomia brasileira em números. *BNDES Setorial*, 47, 277-331. Disponível em: <http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/15383> Acesso em: 27 nov. 2021.
- SOBHA, K., PRADEEP, D., SUBRAHMANYAM. C. V., CHANDRA, K. R., SATYANARAYANA. D. N. V., ROHINI KUMAR, P., JAYANTHI, J. L., RAO K. S. P., DASUDHEERA, M. & KAVITHA G. (2020). *Smart-dre-m: biopolymer composite based nano-fibrous wound dressing material*. Depositante: Subrahmanyam. IN202041052202. Depósito: 1 dez. 2020. Concessão: 11 dez. 2020.
- STATNANO. (2022). *Nanotechnology products Database*. Disponível em: <https://product.statnano.com/> . Acesso em: 20 maio 2022.
- THAKKER, A. M. & SUN, D. (2021). Sustainable plant-based bioactive materials for functional printed textiles. *The Journal of The Textile Institute*, 112(8), 1324-1358, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00405000.2020.1810474>. Acesso em: 27 maio 2022.
- TIRONI, L. F. & CRUZ, B O. (2008). Inovação incremental ou radical: há motivos para diferenciar? Uma abordagem com dados da PINTEC. Rio de Janeiro, IPEA, 39 p. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1537/1/TD_1360.pdf. Acesso em 22 jun. 2022.
- USMAN, M., FAROOQ, M., WAKEEL, A., NAWAZ, S., CHEEMA, A., REHMAN, H. ur, ASHRAF, I. & SANAULLAH, M. (2020). Nanotechnology in agriculture: Current status, challenges and future opportunities. *Science of the Total Environment*, 721, 137778. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137778>. Acesso em: 14 jun. 2022.
- VIVALDI, G. A. D., PORTUGAL JÚNIOR, P. dos S. & CAMARINI, G. (2021). Propriedade Intelectual, inovação e crescimento econômico: uma análise estatística nas microrregiões do sul de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Desenvolvimento Regional*, 9(2), 85-106. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.7867/2317-5443.2021v9n2p85-106>. Acesso em: 10 jun. 2022.
- WANG, S., HUIMING, N., HU, N., LIU, Y., LIU, F, ZOU, R., HUANG, K., WU, WENG, S. & ALAMUSI (2020). Environmentally-Friendly and Multifunctional

- Graphene-Silk Fabric Strain Sensor for Human-Motion Detection. *Advanced materials interfaces*, 7(1), 1901507. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/admi.201901507>. Acesso em: 19 jun. 2022.
- WILLERDING, A. L., SILVA, L. R. da, SILVA, R. P. da, ASSIS, G. M. O. de & DE PAULA, E. V. C. M. (2020). Estratégias para o desenvolvimento da bioeconomia no estado do Amazonas. *Estudos Avançados*, 34(98), 145-166. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2020.3498.010>. Acesso em: 19 jun. 2022.
- WLIZŁO, K., POLK, J., JAROSZ, A., WILKOLAZKA, POGNI, R. & PETRICCI, E. (2020). Novel textile dye obtained through transformation of 2-amino-3-methoxybenzoic acid by free and immobilised laccase from a *Pleurotus ostreatus* strain. *Enzyme and microbial technology*, 132, 109398. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enzmictec.2019.109398>. Acesso em: 29 jun. 2022.
- WOOLLISCROFT, J. O. (2020). Innovation in Response to the covid-19 Pandemic Crisis. *Academic Medicine*, 5(8), 1140-1142. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1097%2FACM.0000000000003402>. Acesso em: 8 jun. 2022.
- YAMSKOV, I. A., TIKHONOV, V. E., LOGINOVA, T. P. & KHOTINA, I. A. (2009). *Method for making magnetite nanoparticles stabilised by biocompatible polymer having functional formyl groups*. Depositante: Russian Federation On our Name of Which the State Customer Federal Agency on Science & Innovation Proceeds & Uchrezhdenie Rossiiskoi Akademii Nauk Institut Elementoorganicheskikh Soedinenii Im A N Nesmeyanova Ran. RU2431472. Depósito: 24 set. 2009. Concessão: 27 mar. 2011.
- YIMING, G.; HONG, X.; ZHIFENG, Z. (2020). *Natural bio-based nano functional silk fabric*. Depositante: Suzhou Xinmin Silk. CN211354183U. Depósito: 3 dez. 2019. Concessão: 28 ago. 2020.

Anexos do Artigo

Tabela 3.

Quantidade de publicações por base de dados pesquisada

Table 1.

Number of publications per searched database

Sentenças lógica(Pesquisa no título)	Plataformas		
	Scopus	Web of Science	Total Bruto
((textil* OR fabric OR fibr* OR fiber* OR polymer* OR filament* OR yarn*) AND (intelligent OR functional OR smart) AND (bio* OR nano*) AND NOT (tissue OR bone)))	2028	2351	4379
((textil* OR fabric* OR fibr* OR fiber* OR polymer* OR filament* OR yarn*) AND (intelligent OR functional OR smart) AND (bio* AND nano*) NOT (tissue OR bone)))	106	147	253

Fonte: Elaborada pelas autoras.

Tabela 2.

Quantidade de documentos encontrados nas bases de dados de Registros de Patentes

Table 2.

Number of documents found in the Patent Registry databases

Bases de dados	Sentença lógica para busca de dados	Quant. de Registros
Registros de Patentes	Orbit (((TEXTIL+ OR FABRIC OR FIBR+ OR FIBER+ OR POLYMER+ OR FILAMENT+ OR YARN+) AND (FUNCTIONAL OR SMART OR INTELLIGENT) AND (BIO+ OR NANO+)) NOT (TISSUE OR BONE))/TI	454
	(((TEXTIL+ OR FABRIC OR FIBR+ OR FIBER+ OR POLYMER+ OR FILAMENT+ OR YARN+) AND (FUNCTIONAL OR SMART OR INTELLIGENT) AND (BIO+ AND NANO+)) NOT (TISSUE OR BONE))/TI	11
	Lens Title: ((textil* OR fabric OR fibr* OR fiber* OR polymer* OR filament* OR yarn*) AND (intelligent OR functional OR smart) AND (bio* OR nano*) NOT (tissue OR bone))	629
	title:((textil* OR fabric OR fibr* OR fiber* OR polymer* OR filament* OR yarn*) AND (intelligent OR functional OR smart) AND (bio* AND nano*) NOT (tissue OR bone))	12
	INPI Título: '(TECIDO* OR FIBR* OR POLIMERO* OR FILAMENT* OR FIO*) AND (FUNCIONAL OR INTELIGENTE) AND (BIO* OR NANO*) AND NOT OSSEO'	4
	Título: '(TECIDO* OR FIBR* OR POLIMERO* OR FILAMENT* OR FIO*) AND (FUNCIONAL OR INTELIGENTE) AND (BIO* AND NANO*) AND NOT OSSEO'	0

Fonte: Elaborada pelas autoras.

Quadro 1.

Registros de patentes coletados na Plataforma Orbit, seus respectivos títulos e situação de proteção no Brasil

Painting 1.

Patent records collected on the Orbit Platform, their respective titles and protection status in Brazil

Ítem	N. de publicação do registro de patente	Patente	Tipo de tecnologia	Patente protegida no Brasil
01	IN202041052202	<i>Smart-dre-m</i> : material de curativo nanofibroso baseado em biopolímero.	Material (Curativo)	Não
02	EP1973977	Dispersões aquosas de partículas envolvidas por polímero, composições de revestimento relacionadas e substratos revestidos.	Método (Revestimento)	Sim
03	CN211354183U	Tecido de seda nano funcional de base biológica natural.	Material (Embalagem para joias)	Não
04	EP3478326	Nanopartículas poliméricas biocompatíveis contendo nanoestruturas metálicas funcionais, processos de preparação e usos relacionados em campos diagnósticos e/ou terapêuticos.	Material (Polímero biocompatível com metais funcionais)	Não
05	CN108484163	Método de preparação de fibra funcional de energia de onda biológica nanocerâmica de zircônio.	Método (Biofibra funcional)	Não
06	US9066885	Matriz polimérica biocompatível funcional avançada contendo nanocompartimentos	Material (Biomaterial a base de quitosana)	Não
07	EP2944711	Nanofibra com propriedades de autoaquecimento e propriedades de liberação de substância biologicamente ativa, método de produção para a mesma e tecido não tecido com propriedades de autoaquecimento e capacidade de liberação de substância biologicamente ativa.	Material (Nanofibra ativada por autoaquecimento)	Não
08	FR3019743	Composição de nanopartículas cobertas com uma camada estabilizadora composta por polímeros multifuncionais contendo grupos funcionais de biodistribuição/direcionamento de fósforo.	Material (Condutor de bioativos para diagnósticos medicinais)	Não

Ítem	N. de publicação do registro de patente	Patente	Tipo de tecnologia	Patente protegida no Brasil
09	BR102012031197	Tela polimérica revestida de nanofilmes ou nanopartículas de metais funcionais e/ou seu óxidos, com ou sem nanofilmes de carbono, com características bactericida, bacteriostática e biocompatibilidade, e processo de obtenção por meio de técnicas assistidas a plasmas frios.	Processo (Obtenção de tela polimerica para revestimento)	Não
10	EP2073848	Formulações orais, parenterais e tópicas dispersíveis em água para medicamentos pouco solúveis em água usando nanopartículas poliméricas inteligentes.	Material (Condutor de medicamentos pouco solúveis)	Não
11	RU2431472	Método para fazer nanopartículas de magnetita estabilizadas por polímero biocompatível com grupos formila funcionais.	Método/material (Diagnóstico de infecções)	Não

Fonte: Elaborado pelas autoras a partir de Sobha *et al.* (2020); Ferencz *et al.* (2004); Yiming *et al.* (2019); Mauro (2016); Beili (2018); Raghavan *et al.* (2008); Mitsuhir *et al.* (2014); Charles e Francois (2014); Da Silva Sobrinho *et al.* (2012); Maitra *et al.* (2007); Yamskov *et al.* (2009).

Quadro 2.

Classificações patentárias, áreas de estudo e possíveis áreas de negócios para indústria têxtil

Painting 2.

Patent classifications, study areas and possible business areas for the textile industry

Ítem	Registro de Patente	Classificações Patentárias (IPC)	Área de Estudo	Possíveis áreas de negócios indústria têxtil
1	IN202041052202	A61L	Tecnologia medicinal	Não se aplica. Produto direcionado ao uso medicinal específico.
2	EP1973977	B01J, B05D, B23B, B29C, B32B B41J, B82B, B82Y, C07D, C08F, C08G, C08H, C08J, C08K, C08L, C09B, C09C, C09D, C09F, C09J, C22C, C23C, C25D, F21V.	Química básica de materiais; Engenharia química, Máquinas elétricas, aparelhos, energia, ferramentas de máquinas; Química macromolecular, polímeros,; Materiais, metalurgia; Micro-estruturas e nanotecnologia; Química orgânica fina; Outras máquinas	Têxteis esportivos, artigos para casa; Têxteis militares; Têxteis para revestimentos de automomóveis e outros meios de transporte; Calçados;

Item	Registro de Patente	Classificações Patentárias (IPC)	Área de Estudo	Possíveis áreas de negócios indústria têxtil
			especiais; Tecnologia de revestimento de superfícies; Máquinas de têxteis e papéis.	
3	CN211354183U	A45C	Outros bens de consumo	Não se aplica. Modelo de utilidade com função definida
4	EP3478326	A61K, A61P, B82Y.	Micro-estruturas e nanotecnologia, e Farmácia	Têxteis esportivos; Têxteis de uso pessoal; Têxteis farmacêuticos para condução de substâncias.
5	CN108484163	C04B, D01F	Materiais, metalurgia e máquinas têxteis e de papel	Têxteis farmacêuticos e medicinais na condução de substâncias.
6	US9066885	A61K, A61L, A61P.	Farmácia e tecnologia médica	Não se aplica. Método direcionado aos usos farmacêutico e medicinal específicos.
7	EP2944711	A61K, A61P, C08F, D01D, D01F, D04H.	Química macromolecular, polímeros, e Máquinas têxteis e papel	Têxteis esportivos; Têxteis de uso pessoal; Têxteis para artigos de casa; Têxteis para uso em revestimento de automóveis e outros transportes; Têxteis militares;
8	FR3019743	A61K, B82Y.	Micro-estruturas e nanotecnologia, e Farmácia	Não se aplica. Método direcionado aos usos farmacêutico e medicinal específicos
9	BR102012031197	A01N, C23C.	Tecnologia de revestimento de superfície	Têxteis esportivos; Têxteis de uso pessoal; Têxteis para artigos de casa; Têxteis para uso em revestimento de automóveis e outros transportes; Têxteis militares
10	EP2073848	A61K, A61P	Farmácia	Não se aplica. Método direcionado aos usos farmacêutico e medicinal

Item	Registro de Patente	Classificações Patentárias (IPC)	Área de Estudo	Possíveis áreas de negócios indústria têxtil
				específicos
11	RU2431472	A61K, B82B, C01G.	Materiais e metalurgia, Micro-estruturas e nanotecnologia, e Farmácia	Não se aplica. Método direcionado aos usos farmacêutico e medicinal específicos

Fonte: Criada pelas autoras a partir dos dados coletados do *Orbit Intelligence*.

Quadro3.

Matriz SWOT

Painting 3.

SWOT Matrix

Análise Interna	FORÇAS Evolução da indústria 4.0; Cadeia produtiva dos têxteis completa no Brasil; Grande biodiversidade brasileira.	FRAQUEZAS Falta de parceria com outras indústrias no desenvolvimento de novas tecnologias; Matéria-prima em escassez.
	OPORTUNIDADES Aumento da necessidade de consumo de têxteis funcionais; Pouca ou nenhuma tecnologia protegida no Brasil com o uso de bioativos e nanotecnologia para têxteis; Crescente número de pesquisas de novas tecnologias sendo desenvolvidas no Brasil com o uso de bioativos e nanotecnologia para têxteis.	AMEAÇAS Grande participação dos países estrangeiros em tecnologias com o uso de bioativos e nanotecnologia para têxteis; Rápido avanço tecnológico; Instabilidade econômica; Novos produtos lançados ao mercado.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

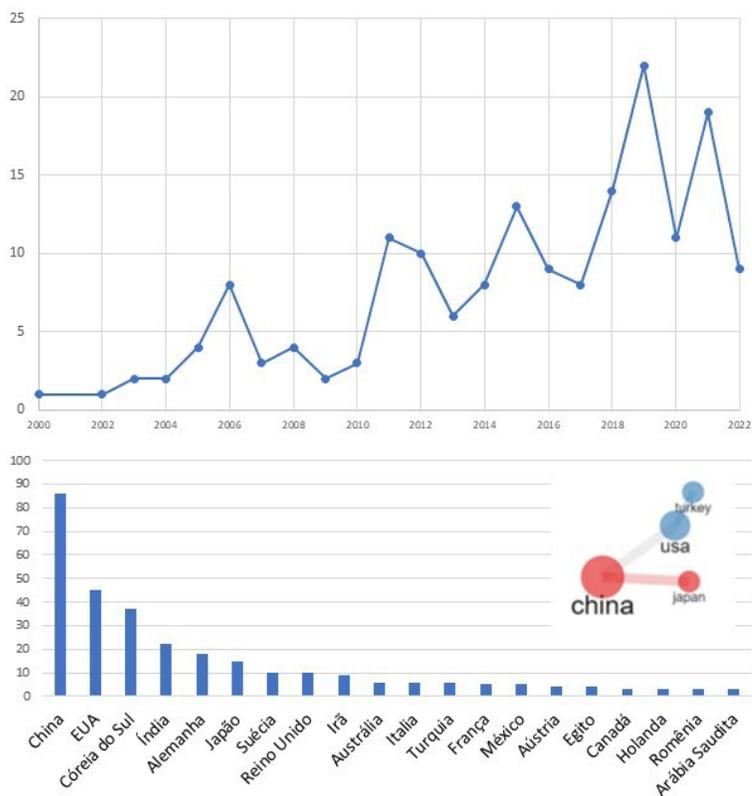


Figura 1. Quantidade de publicações de artigos científicos por ano (2000-2022) e por país e a relação de cooperação entre eles

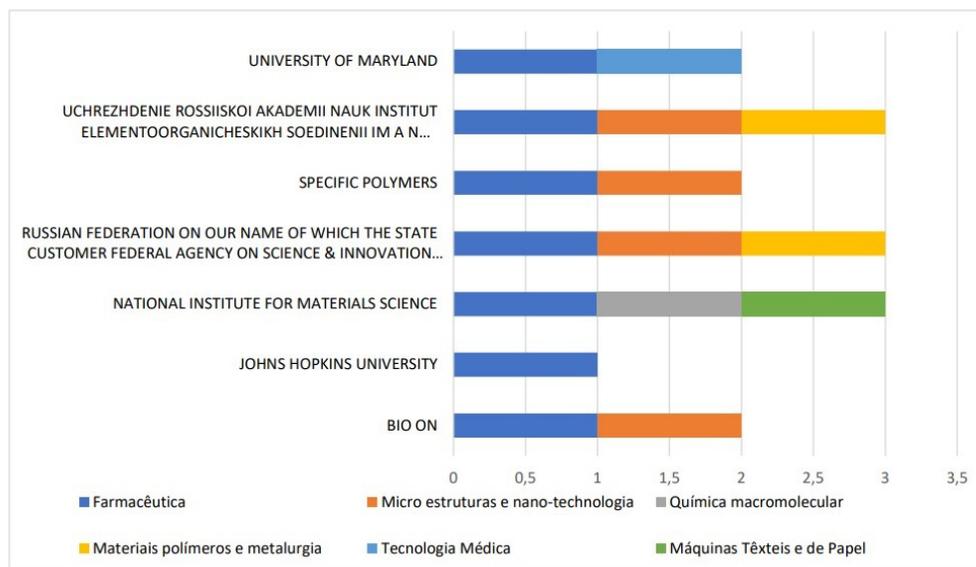


Figura 2. Domínio das tecnologias pelos cessionários das patentes com classificação patentária A61K

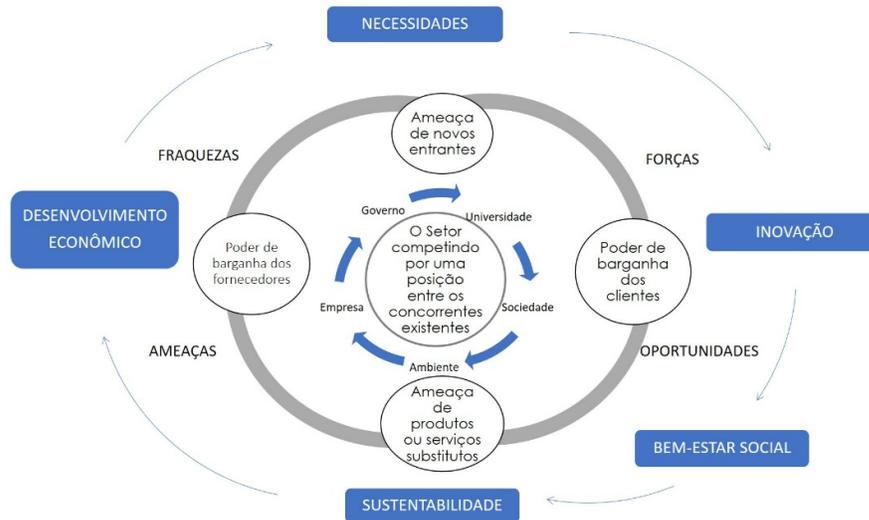


Figura 3. Proposição de diagrama disruptivo/incremental de tecnologias inovadoras que alcancem novas áreas de produtos ainda não delimitadas

ANEXO A – CRITÉRIOS DE SUBMISSÃO DA REVISTA

BASE - Revista de Administração e Contabilidade da Unisinos

Diretrizes do autor

A revista aceita submissões em uma base contínua. A BASE não tem taxas de processamento de artigos (APC) ou taxas de submissão de artigos.

O número máximo de autores por artigo é quatro.

O artigo deve ser enviado eletronicamente, seguindo os passos de um sistema que visa auxiliar a edição dos periódicos em cada fase do processo editorial.

Os artigos devem ser originais, inéditos, não devem estar sob consideração para publicação em nenhum outro lugar e podem ser escritos em português ou inglês.

Os artigos enviados em inglês seguirão um processo acelerado.

A BASE publica artigos científicos de elevada qualidade, relevância e rigor científico nas áreas da Gestão e Contabilidade.

Todos os artigos são submetidos a uma revisão prévia pelos Editores antes de procederem a uma revisão duplamente cega por pares. Nesta fase, os Editores podem decidir por uma Rejeição de Mesa. Portanto, é fortemente recomendado que os autores leiam o Foco e Escopo da revista antes da submissão.

A aceitação final do artigo depende de:

A recomendação dos revisores;

Que os autores efetuem as correções necessárias;

E aprovação final pelo Conselho Editorial, cuja decisão recomendará uma das seguintes opções:

Aceitar submissão;

Revisões necessárias;

Reenviar para revisão;

Reenvie em outro lugar;

Recusar submissão;

Ver comentários.

Importante

Os conceitos e opiniões expressas são de total responsabilidade do(s) autor(es) e não refletem necessariamente as opiniões do editor.

Recomendamos que os autores aguardem, no mínimo, 180 dias antes de entrar em contato com os editores a respeito do processo editorial. Os autores serão contatados pelos editores assim que tiverem informações a respeito.

A submissão do manuscrito implica que se e quando for aceito para publicação, os autores automaticamente concordam em transferir os direitos autorais para a Universidade do Vale do Rio dos Sinos.

Assumimos que todos os autores leram e cumpriram os Deveres do Autor na Política

de Ética desta Revista. Não aceitamos plágio ou outro comportamento antiético. Toda a comunicação entre Editores e Autores é feita através do sistema.

Recomendações

Extensão: Os artigos devem ter no máximo 30 páginas, com espaçamento 1,5, incluindo referências. Os títulos (no idioma original e inglês) devem ter no máximo 240 caracteres incluindo espaços.

Imagens: Caso o artigo contenha imagens fotográficas e/ou desenhos gráficos, estes devem ser apresentados em formato original (.jpeg, .png, .tiff) e em arquivos separados (não inseridos no texto), com resolução mínima de 300 dpi . Os autores devem indicar pela inserção de legendas (no idioma original e também em inglês) onde aproximadamente as fotos devem ser inseridas.

Citação de autores: a citação no texto deve seguir as normas abaixo:

Um autor: (Leipnitz, 1987);

Dois autores: (Turner e Verhoogen, 1960);

Três ou mais autores: (Amaral et al. , 1966);

Trabalhos do (s) mesmo(s) autor(es) e mesma data devem ser diferenciados por letras (a,b,c) após a data. Por exemplo (Amaral, 2008a) (Amaral, 2008b);

Citações:

Citações curtas (com menos de três linhas) devem ser incorporadas ao texto entre aspas.

Citações longas (com mais de três linhas) devem ser apresentadas em parágrafo isolado, com espaçamento simples, fonte tamanho 11 e margem esquerda maior que o texto ao redor (4 cm).

Notas de rodapé: As notas de rodapé devem ser utilizadas apenas quando estritamente necessárias para informações complementares ao texto. Notas de rodapé contendo apenas referências não são permitidas. Estas devem ser listadas no final do artigo, no item 'Referências'.

Não use op. cit; ibid; ibidem; Eu iria; idem

Não use apud . Use o termo in em vez de apud;

O texto original deve conter na seguinte ordem:

Título: no mesmo idioma do artigo e em inglês (se o artigo estiver em inglês, o título também deve ser em português). Os títulos (no idioma original e inglês) devem ter no máximo 240 caracteres incluindo espaços. ;

Resumo: no idioma do artigo e em inglês com no máximo 200 palavras, seguido de pelo menos três palavras-chave (se o artigo estiver em inglês, o resumo também deve ser em português);

Texto completo: digitado no formato Times New Roman, fonte 12 e espaçamento 1,5.

Referências: As referências devem ser listadas ao final do texto, em ordem alfabética, fonte 12 e espaçamento simples. As referências devem seguir as regras abaixo:

Artigos de jornal:

SOBRENOME, Nome(s) inicial(is). Ano de publicação. Título do artigo. Título do periódico, volume (edição): página inicial-página final.

Ex.: SIMMONDS, K. 1981. Contabilidade Gerencial Estratégica. Contabilidade Gerencial, 59 (4):26-29.

Artigos de publicações relacionadas a eventos:

SOBRENOME, Nome(s) inicial(is). Ano de publicação. Título do trabalho. In: nome da conferência (reunião, simpósio, etc.), número do evento, cidade, ano. Anais... Cidade, Símbolo. volume: página inicial-página final.

Ex.: IUDÍCIBUS, S. 1995. Contabilidade Gerencial: novos paradigmas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO ESTRATÉGICA DE CUSTOS, I, São Leopoldo, 1994. Anais.... São Leopoldo, ABC, pág. 140-149.

Livros:

SOBRENOME, Nome(s) inicial(is). Ano de publicação. Título do livro. Edição, cidade, editora, número total de páginas.

Ex.: SHANK, J.; GOVINDARAJAN, V. 1993. Gestão Estratégica de Custos: a nova ferramenta para vantagem competitiva. Nova York, The Free Press, 694 p.

Capítulos do livro:

SOBRENOME, Nome(s) inicial(is). Ano de publicação. Título do capítulo. Em: Nome(s) inicial(is). SOBRENOME (ed.), Título do livro. Cidade, editora, página inicial-final.

Ex.: SCHOEREDER, RG; LAHR, TN 1990. Desenvolvimento da Estratégia de Manufatura: Um Processo. In: JE ETTLIE; MC BURSTEIN; A. FIEGENBAUM (eds.), Estratégia de Manufatura: A Agenda de Pesquisa para a Próxima Década. Boston, Publicações da Academia Kluwer, p. 3-14.

Teses e dissertações:

SOBRENOME, nome da(s) inicial(is). Ano de publicação. Título da tese. Cidade-Estado. Tipo de tese (Mestrado, Doutorado). Universidade, o número total de páginas.

Ex.: KRONBAUER, CA 2002. A Evidenciação do Uso de Derivativos como Instrumento de Redução do Risco de Exposição Cambial: Um Estudo de Caso na Gerdau SA São Leopoldo, RS. Dissertação de Mestrado. Unisinos, 228 p.

Sites e textos eletrônicos:

Caso seja possível identificar os autores dos textos eletrônicos, a referência deve ser indicada da seguinte forma:

SOBRENOME, Nome(s) inicial(is). Ano de publicação. Título do trabalho. Disponível em: <http://>. Acessado em: mês dia, ano.

Ex.: LENKER, A.; RHODES, N. 2007. Programas de imersão em língua estrangeira: características e tendências ao longo de 35 anos. Disponível em: <http://www.cal.org/resources/digest/flimmersion.html>. Acesso em: 28 de abril de 2007.

* Neste caso, quando no corpo do texto, a referência é identificada por (Lenker e Rhodes, 2007).

Caso não seja possível identificar os autores dos textos eletrônicos, a referência deve ser indicada da seguinte forma:

FONTE/SITE. Nome(s) inicial(is). Ano de publicação. Título do trabalho. Disponível em: <http://>. Acessado em: mês dia, ano.

Ex.: GLOBO ONLINE, O. 2006. Brasil será o país com mais sedes do Instituto Cervantes. Disponível em: <http://oglobo.globo.com/cultura/mat/2006/10/25/286393283.asp>. Acesso em: 05 de abril de 2008.

* No corpo do texto, a citação será: (O Globo Online, 2006).

Jornais e revistas, órgãos e instituições:

Todos os textos de jornais e revistas devem ser incluídos nas referências. Caso haja autor explícito, a referência é indicada pelo sobrenome:

SOBRENOME, Nome(s) inicial(is). Ano de publicação. Título do trabalho. Fonte (jornal, órgãos, instituições, etc.). Sessão (coluna, etc.). Cidade, dia mês.

Ex.: MICELLI, S. 1987. Um intelectual do sentido. Folha de S. Paulo. Caderno Mais! São Paulo, 7 de fevereiro.

* No corpo do texto está indicado (Micelli, 1987).

Caso não haja autor e o texto seja de responsabilidade de um órgão, a referência é indicada da seguinte forma:

FONTE (jornal, órgãos, instituições, etc.). Ano de publicação. Título do trabalho. Cidade, dia mês, página de número.

Ex.: CORREIO DO POVO. 1945. Os objetivos de verificação que empregamos no RS. Porto Alegre, 5 de outubro, p. 14.

* No corpo do texto deverá ser indicado como (Correio do Povo, 1945).

ANEXO B – COMPROVANTE DE SUBMISSÃO DO ARTIGO

[BASE] Submission Acknowledgement  Caixa de entrada x



Celso Augusto de Matos via SEER Unisinos <revistasOJS@unisinos.br>
para mim ▾

11 de jul. de 2022 19:50 (há 1 dia) ☆ ↶ ⋮

 inglês ▾ > português ▾ Traduzir mensagem

Desativar para: inglês x

Danielle Lima Santos:

Thank you for submitting the manuscript, "Technological prospection for the use of bioactive and nanotechnology in the functional textile industry" to BASE - Revista de Administração e Contabilidade da Unisinos (ISSN: 1984-8196). With the online journal management system that we are using, you will be able to track its progress through the editorial process by logging in to the journal web site:

Submission URL: <http://revistas.unisinos.br/index.php/base/authorDashboard/submission/25509>

Username: danilima

If you have any questions, please contact me. Thank you for considering this journal as a venue for your work.

Celso Augusto de Matos

Prof. Dr. Gabriel Sperandio Milan gsmilan@unisinos.br Revista Base <http://revistas.unisinos.br/base>