

ISSN: 1983-1358 (impresso) ISSN eletrônico: 2317-0026 (on-line)



cadernos de prospecção

Salvador – volume 18 – número 3 – julho a setembro – 2025



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO



Editorial

É com grande alegria e satisfação que apresentamos mais um número da revista *Cadernos de Prospecção*. Desde a sua criação, a revista tem se dedicado a ser um espaço acadêmico para a disseminação de ideias voltadas para o avanço da Propriedade Intelectual, Transferência de Tecnologia e Gestão da Inovação Tecnológica. Seu principal propósito é ser um canal de difusão e estímulo ao fortalecimento desse ecossistema.

Na presente edição, contamos com 22 artigos assinados por 71 autores, vinculados a 19 instituições de ensino e pesquisa distribuídas por 14 estados das cinco regiões do Brasil. São trabalhos que abordam, sob diferentes perspectivas, os desafios e as oportunidades ligados a esse eixo temático, reafirmando o caráter interdisciplinar e de abrangência nacional da revista.

No campo da **Formação, Gestão do Conhecimento e Ambientes de Inovação**, artigos como *Estrutura de Transferência de Conhecimento no Sistema Único de Segurança Pública Brasileiro: ensaio sob a perspectiva da legislação*; *Desafios e Oportunidades da Educação em Propriedade Intelectual no Contexto do Novo Ensino Médio: uma abordagem estratégica e sistêmica* e *Spin-Offs Acadêmicas: uma revisão bibliométrica da literatura* mostram como educação, transferência de conhecimento, qualificação profissional e *spin-offs* interagem na construção de ambientes inovadores.

As questões relacionadas à **Políticas Públicas, Estratégias de Propriedade Intelectual e Empreendedorismo** são exploradas em estudos como *Avaliação da Eficácia do Programa Sinapse da Inovação no Fomento ao Empreendedorismo Capixaba: uma análise de sobrevivência empresarial e de propriedade intelectual*; *Marcas de Certificação e Marcas Coletivas no Brasil e sua Aplicação no Âmbito do Conceito de ESG e Gestão dos Ativos de Propriedade Intelectual para Transferência de Tecnologia ao Setor Produtivo em Escritório de Inovação Tecnológica*. Busca-se, por meio dessa vertente, um olhar reflexivo e acadêmico para a gestão de ativos, programas de fomento, certificações e políticas institucionais de proteção industrial

Em um mundo que demanda cada vez mais **Soluções Sustentáveis**, artigos como *Utilização do Açaí na Produção de Cosméticos: uma prospecção tecnológica*; *Estudo Científico e Patentário de Novas Oportunidades Tecnológicas para o Aproveitamento de Resíduos de Celulose em Escórias Asfálticas* e *Estudo Prospectivo para Uso de Gás Natural Liquefeito (GNL) como Combustível em Transporte Aquaviário no Estado no Amazonas* apontam caminhos para o reaproveitamento de resíduos, a sustentabilidade industrial e o uso responsável de recursos naturais.

No campo da **Saúde, Biotecnologia e Prospecção Farmacêutica**, ganham destaque os trabalhos *Curativos Reparadores de Tecido: revelando os insights de patentes e Prospecção Tecnológica de Modelos de Cultura Celular 3D Bioimpressos para Testes de Toxicidade em Equivalentes de Pele*. Ambos abordam inovações com aplicação biomédica e potencial impacto social.

Agradecemos a todos que fazem a nossa querida revista uma realidade. Em especial, aos autores pelos trabalhos submetidos, aos revisores por primarem pela qualidade acadêmica e à equipe técnica pelo árduo trabalho em concretizar mais esta publicação. Que esta edição contribua para ampliar as conexões entre conhecimento, ação, pesquisa, impacto e inovação.

Boa leitura!

Daniel Alberto Pamplona

Professor Colaborador do Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação (PROFNIT) do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA)

Professor do Curso de Especialização em Análise Operacional (CEAO) do ITA

Vice-Coordenador do PROFNIT-ITA

Vice-Chefe da Divisão de Aplicações Operacionais e Defesa (IED) do ITA



Estrutura de Transferência de Conhecimento no Sistema Único de Segurança Pública Brasileiro: ensaio sob a perspectiva da legislação

Knowledge Transfer Structure in the Brazilian Single Public Security System: essay from the perspective of legislation

Telma Jakeline Greicy Kirchesch¹, Luciane Cleonice Durante¹, Raquel Naves Blumenschein², Ivan Julio Apolonio Callejas¹

¹Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, Brasil

²Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil

Resumo

As ciências policiais constituem uma área de conhecimento específico que requer aprendizado contínuo, pautado tanto na teoria como na vivência do policial. Ao se levar em consideração a educação como meio de transferência de conhecimento gerado pelas ciências policiais, o ensino e a aprendizagem são vistos como instrumento fundamental para evolução do Sistema Único de Segurança Pública (SUSP). Diante disso, este artigo pretende analisar a estrutura do sistema de educação em segurança pública, à luz de publicações oficiais brasileiras com o intuito de identificar as relações que se estabelecem no processo de transferência do conhecimento nas corporações da Polícia Civil, Polícia Militar e Corpo de Bombeiro Militar. A pesquisa se desenvolve a partir de uma abordagem qualitativa, com aplicação da técnica de análise de conteúdo em um acervo sistematicamente constituído. Evidenciou-se que a educação em segurança pública habita numa tríade composta das dimensões organizacional, operacional e acadêmica, com protagonismo dos gestores, profissionais de segurança pública e acadêmicos (intelectuais e sociedade).

Palavras-chave: Polícia Civil; Polícia Militar; Corpos de Bombeiros.

Áreas Tecnológicas: Transferência Tecnológica de Informações para Desenvolvimento Nacional das Ciências Policiais. Inovação em Ambientes Educacionais de Segurança Pública. Administração, Gestão e Criação de Espaços Educacionais para Segurança Pública.

Abstract

Police sciences represent a specialized field of knowledge that demands continuous learning grounded in law enforcement officials' theoretical and practical knowledge. When considering education as a means of transferring knowledge generated by police sciences, teaching-learning is seen as a fundamental instrument for the evolution of the Unified Brazilian Security System (SUSP). This article aims to analyze the structure of the public security education system, based on Brazilian official publications, aiming to identify the relationships that are established in the process of knowledge transfer in the Civil Police, Military Police, and Military Fire Department. The research uses a qualitative approach, applying the content analysis technique to a systematically constituted collection. It was attested that public security education inhabits a triad composed of organizational, operational, and academic dimensions, with managers, public security professionals, and academics (intellectuals and society) playing a leading role.

Keywords: Civil Police; Militar Police; Firefighters.



1 Introdução

A definição de segurança pública é ampla (Lima, Sinhoretto, Bueno, 2015), podendo ser abordada no âmbito do conhecimento jurídico (Barreira; Adorno, 2010); da produção acadêmica centrada numa cultura policial voltada para a guerra ou o confronto; e da ciência social aplicada à polícia (Muniz; Caruso; Freitas, 2018). Assim, é notório que, ao se pensar na educação dos profissionais pertencentes à segurança pública brasileira, primeiramente há que se refletir sobre o processo de transferência de conhecimento que ocorre nas formações inicial e continuada desses profissionais, os quais, uma vez devidamente qualificados, ao exercerem suas funções, devem ser capazes de atender às demandas e de promover a inovação tecnológica necessária para o efetivo controle da criminalidade com o intuito de reduzir a violência na sociedade.

Ao se traçar um paralelo com a discussão apresentada em Morin (2000), entende-se que o cidadão policial do novo milênio deve ter formação educacional que promova as competências pessoais e especializadas, sendo capaz de organizar o conhecimento e os diversos saberes, articulando-os às realidades contextuais e às suas respectivas complexidades advindas da rede de interações existente, tanto no âmbito regional de atuação, quanto nas esferas nacional e global. Esse policial do futuro deve ser capaz de reconhecer que o processo de formação provém de um caráter multidimensional (Morin, 2000, p. 48), centrado na condição humana e na sua diversidade cultural, e é por si só, “[...] uma característica do ser humano (biológico, psíquico, social, afetivo e racional) ou da sociedade (histórica, econômica, sociológica ou religiosa)” (Carvalho; Rocha; Rocha, 2017, p. 108).

Há legitimidade científica para a construção de conhecimento especializado e integrativo com a colaboração de pesquisadores, policiais ou não, ou seja, entre polícia, academia e sociedade. Pautam-se as proposições acerca dos ambientes de ensino em segurança pública na ideia da existência de uma “doutrina policial integrativa”, na qual a atividade policial se expressa numa estreita relação com o conhecimento científico, bem como no modelo do profissional formado, treinado e capacitado nessa área do saber. Nesse sentido, entende-se que:

O oficial de polícia tem de ser quase enciclopédico, tem de ser culto, tantas e tão diversas são as solicitações a que tem de acudir. Tem de estudar Direito, Sociologia, Psicologia, Matemática e Física; tem de dominar línguas, técnicas policiais de prevenção e repressão, tem de conhecer as ciências auxiliares da investigação criminal e tanto mais. Não será certamente a multiplicidade de matérias que constitui o objeto específico de uma nova ciência. Creio é que as várias ciências que compõem o leque de formação necessária

aos Oficiais de Polícia têm de ser tratadas na perspectiva da sua aplicação prática (Silva, 2012, p. 4).

Por precaução acadêmica, é preciso reconhecer que a ciência, no âmbito da Segurança Pública, transita de forma sinérgica entre o “saber” e o “conhecimento”, independentemente da abordagem empírica ou dialética, uma vez que essas ações estimulam e desenvolvem um processo inovativo contínuo do “saber policial”. Observando a Matriz Curricular Nacional para ações formativas dos profissionais da área de segurança pública (Brasil, 2014a) e algumas experiências bem-sucedidas em ensino policial nacionais e internacionais, é basilar pensar sobre como as interações, nessa peculiar rede de ensino, podem auxiliar o desenvolvimento educacional, considerando as inovações de uso potencial por parte do Sistema Único de Segurança Pública (SUSP) e da transferência de conhecimento necessária para que isso aconteça.

Diversas iniciativas no âmbito internacional têm como propósito refinar a educação policial. Entre elas, é possível citar a de Brawley (2015), que utiliza a gamificação por meio de jogos sérios para treinamento de policiais e bombeiros. A capacitação se torna cada vez mais inovadora, tecnológica e especializada (Richardson, 2004), já que é cada vez mais comum o uso de equipamentos vestíveis (Austin, 2021) dotados de sensores junto ao corpo (como câmeras acopladas ao corpo que permitem captação de imagens e sons; sensores corporais) ou de uso na superfície do corpo (como celulares, óculos e relógios com múltiplas funções, entre elas, monitoramento biomecânico do policial/bombeiro). Outro avanço significativo se encontra no campo da Internet das Coisas (IoT) que amplia a capacidade de monitoramento de pessoas e de equipamentos, sendo aplicada como Internet das Coisas Militares (IoTM) ou internet das coisas do campo de batalha (Betts, 2022).

Nessa perspectiva, destaca-se o estudo de Lima *et al.* (2014), que realizaram uma prospecção tecnológica de abordagem internacional sobre o uso de inteligência artificial e IoT para aplicação na Segurança Pública, identificando que as tendências são de incorporar sistemas para monitoramento e rastreamento de dados, para socorro imediato, para identificação de indivíduos (exemplo: reconhecimento facial), além de dispositivos como sensores de disparo, tecnologia Radio-frequency identification (RFID). Os autores indicam que há um conjunto de produtos e serviços capazes de solucionar crimes de forma preditiva, agilizar o atendimento em situações de urgência e aprimorar o gerenciamento do bem-estar social realizado pelos agentes de Segurança Pública (Lima *et al.*, 2014).

No contexto brasileiro, as atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) se configuram como um desafio para a Segurança Pública, bem como a relevância do estabelecimento e do fortalecimento de parcerias para transferência de tecnologia e conhecimento com outras instituições do governo, da Ciência,

Tecnologia e Inovação (CT&I) e dos setores produtivos, frente à necessidade de redução dos índices de criminalidade na sociedade atual (Ziegler Filho, 2014).

Por outro lado, Poncioni (2013) cita que as ações voltadas para um efetivo projeto educacional articulado se dão de formas dispersas e fragmentadas, o que perdura problemas e interfere na durabilidade dos resultados. Diante disso, torna-se importante refletir sobre a transferência do conhecimento nos espaços educacionais, que propiciem a evolução do policial de forma consistente e integrativa, o que pode ajudar a interferir decisivamente no atendimento das principais demandas em segurança pública. É preocupante constatar que:

[...] Foi verificado, ainda, que não há uma equipe técnica especializada, principalmente de professores qualificados, que atue junto ao ensino, treinamento e supervisão profissional de policiais nas academias de polícia. Além disso, não há bibliotecas, e quando existem nem sempre os títulos são apropriados para os estudos relacionados à segurança pública; não há salas de estudo; não existem laboratórios de informática, dentre outros recursos materiais necessários para a formação e aperfeiçoamento profissional de policiais (Poncioni, 2013, p. 52).

Diante do exposto, este artigo pretende analisar a estrutura do sistema de educação em segurança pública, à luz de publicações oficiais brasileiras, com o intuito de identificar as relações que se estabelecem no processo de transferência do conhecimento na Polícia Civil, na Polícia Militar e no Corpo de Bombeiro Militar.

2 Metodologia

Classifica-se a metodologia como qualitativa quanto à forma de abordagem (Marconi; Lakatos, 2003) e

Quadro 1 – Palavras-chave e bases da pesquisa exploratória

PALAVRAS-CHAVE	BASES DE DADOS
segurança pública; ciências policiais; ensino policial; ensino militar; ensino em segurança pública; educação policial; segurança multidimensional; segurança humana; polícia militar; polícia civil; bombeiros; corpo de bombeiros; academia de polícia; escola militar; tecnologia de educação policial; tecnologia de ensino; governança ensino policial; polícia; policial; militar; defesa	Portal Planalto Presidência da República Portal do Ministério da Ciência e Tecnologia Portal do Ministério da Educação e Cultura Portal do Ministério da Guerra Portal do Ministério da Justiça e Segurança Pública Portal do Ministério da Aeronáutica Portal do Ministério da Marinha Portal Observatório de Segurança Pública Portal Fórum Brasileiro de Segurança Pública

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2024)

exploratória quanto aos objetivos, utilizando-se da técnica de Análise de Conteúdo, em todas as suas etapas (Pré-análise do material, Exploração e Tratamento do Resultado – a inferência e a interpretação), nas quais se aplicam procedimentos sistemáticos de análise de documentos selecionados para obter a descrição do conteúdo das mensagens que permitam a inferência de conhecimentos relativos a essas mensagens (Bardin, 2011).

O tema é interdisciplinar, uma vez que várias áreas do conhecimento foram abordadas para fundamentar a pergunta problema: “Quais são as relações que se estabelecem no processo de transferência do conhecimento do SUSP, especificamente dos profissionais da Polícia Civil, da Polícia Militar e dos Corpos de Bombeiros Militares?”

Para a coleta de dados, considerando o recorte da legislação brasileira relacionada ao ensino no SUSP, foram selecionadas como fontes de dados a legislação diretamente relacionada ao tema, acessada nos portais de instituições públicas oficiais, por meio de palavras-chave (Quadro 1). A variedade e a amplitude dos termos das palavras-chave visaram ao maior alcance possível das legislações a serem identificadas para compor os dados da pesquisa (*corpus*).

Na fase de Pré-análise da Análise de Conteúdo, com a leitura dos itens de identificação dos documentos (título e escopo), foram selecionadas as publicações pertencentes à legislação vigente, com foco no tema do ensino em segurança pública, constituindo-se o *corpus* da pesquisa.

Na fase da Exploração do *corpus* da Análise de Conteúdo, a análise desse conjunto de publicações foi realizada de forma qualitativa, a partir de inferências, com vistas a identificar como se estrutura o sistema de ensino em segurança pública, permitindo aos autores a formação de repertório para uma segunda análise, que subsidiou a fase de Tratamento de dados.

A fase de Tratamento dos dados da Análise de Conteúdo foi realizada com o auxílio do *software* NVivo®, versão 12, em seguida, foi aplicada a contagem da frequência das palavras das publicações e elaborados agrupamentos (*clusters*), que é uma técnica estatística para classificar elementos em agrupamentos, de forma que os elementos (termos) dentro de um *cluster* sejam semelhantes e os elementos de *clusters* diferentes sejam distintos entre si. Os *clusters* são representados por meio de dendogramas (Pestana; Gageiro, 2005).

Como critério de exclusão dos termos, utilizou-se a supressão das palavras com extensão menor que cinco caracteres, palavras de baixo significado para o tema pesquisado, por exemplo, mesmo, sempre, ações, entre outras. O critério de inclusão se deu pela escolha das 15 palavras de maior frequência. Durante o tratamento dos dados, os agrupamentos foram identificados (nominados) de acordo com a interpretação dos autores, utilizando-se dos conceitos preliminares da fase exploratória da Análise de Conteúdo.

Para maior aprofundamento da análise, foram identificados quatro documentos mais relevantes do *corpus*, ou seja, aqueles em que as 15 palavras mais citadas possuíam maior frequência de ocorrência. Para esse segundo *corpus*, foi elaborada nova contagem da frequência e depois foram analisados os agrupamentos formados.

3 Resultados e Discussão

A busca resultou em 22 documentos, o Quadro 2 foi constituído por 14 leis e oito publicações institucionais, que auxiliaram na compreensão do processo da “transferência de conhecimento” em ciências policiais que ocorre entre os profissionais de segurança pública.

Apoiando-se nesse arcabouço jurídico nacional, iniciou-se a análise pelo marco regulatório imprescindível para a democracia instalada no Brasil: a Constituição Federal, que define a segurança pública e o papel das polícias Civil e Militar e do Corpo de Bombeiros:

A segurança pública, dever do Estado, direito e responsabilidade de todos, é exercida para a

preservação da ordem pública e da incolumidade das pessoas e do patrimônio, através dos seguintes órgãos:

- I – polícia federal;
- II – polícia rodoviária federal;
- III – polícia ferroviária federal;
- IV – polícias civis;
- V – polícias militares e corpos de bombeiros militares. [...]

§ 4º Às polícias civis, dirigidas por delegados de polícia de carreira, incumbem, ressalvada a competência da União, as funções de polícia judiciária e a apuração de infrações penais, exceto as militares.

§ 5º Às polícias militares cabem a polícia ostensiva e a preservação da ordem pública; aos corpos de bombeiros militares, além das atribuições definidas em lei, incumbe a execução de atividades de defesa civil.

§ 6º As polícias militares e corpos de bombeiros militares, forças auxiliares e reserva do Exército, subordinam-se, juntamente com as polícias civis, aos Governadores dos Estados, do Distrito Federal e dos Territórios. [...] (Brasil, 1988, art. 144).

Assim, a formação dos profissionais de segurança pública deve buscar atender com excelência às missões institucionais dos órgãos de Segurança Pública, estabelecidas pela Constituição Federal Brasileira (Brasil, 1988, art. 144). O sistema de ensino policial brasileiro encontra amparo legal na Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e as bases da educação nacional (Brasil, 1996) e afirma que “O ensino militar é regulado em lei específica, admitida a equivalência de estudos, de acordo com as normas fixadas pelos sistemas de ensino”.

A Portaria Interministerial n. 830, de 23 de maio de 2008 (Brasil, 2008a) dispõe sobre a equivalência dos cursos de formação de oficiais ministrados pela Escola Naval (EN) (Brasil, 2022a), pela Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN) e pela Academia da Força Aérea (AFA) e de educação superior, na modalidade bacharelado, conforme estabelecido inciso II do artigo 44 da Lei n. 9.394, de 20 de dezembro 1996 (Brasil, 1996). Nessa portaria, também está assegurada a continuidade dos estudos em cursos e em programas de pós-graduação no sistema civil de ensino.

Quadro 2 – Publicações resultantes da busca (*corpus* da pesquisa)

LEIS (14 DOCUMENTOS)	PUBLICAÇÕES INSTITUCIONAIS (8 DOCUMENTOS)
Brasil (1988); Brasil (1990); Brasil (1996); Brasil (1997); Brasil (2006); Brasil (2007); Brasil (2008a); Brasil (2008b); Brasil (2009a); Brasil (2017); Brasil (2018a); Brasil (2018b); Brasil (2019); Brasil (2022a).	Brasil (2000); Brasil (2009b); Brasil (2012); Brasil (2013); Brasil (2014a); Brasil (2014b); Brasil (2021); Brasil (2022b).

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2024)

A Portaria Interministerial n. 18, de 13 de novembro de 2008 (Brasil, 2008b), dispõe sobre a equivalência de cursos nas instituições militares de ensino em nível de pós-graduação *lato sensu*. Ambas as portarias fazem alusão à Lei n. 11.279, de 9 de fevereiro de 2006 (Brasil, 2006), a qual dispõe que o ensino na Marinha deve obedecer a um processo contínuo e progressivo de educação, observando as diretrizes e as bases da educação nacional e, nas peculiaridades, a legislação federal específica.

Também o Plano Nacional de Segurança Pública e Defesa Social 2021-2030 (Brasil, 2021) chama atenção para a Ação Estratégica n. 10, que prevê o aperfeiçoamento das atividades de segurança pública por meio da melhoria da capacitação e da valorização dos profissionais, do ensino e da pesquisa, fato que torna imperioso realizar uma análise referencial sobre a educação em segurança pública.

Seguindo a análise, o Parecer n. 147/2017, de 19 de maio de 2017 (Brasil, 2017) e o Parecer n. 945/2019, de 9 de junho de 2020 (Brasil, 2019) homologam a inserção da Defesa e das Ciências Policiais no rol das ciências estudadas no Brasil, sendo neste último destacado:

[...] É essencial, sim, tratar as Ciências Policiais como área de conhecimento e, desta forma, envolver a comunidade acadêmica em uma perspectiva interdisciplinar e estabelecer, para a área, os temas estratégicos para o aprofundamento dos estudos, de modo que correspondam e implementem as agendas de maior impacto para a segurança pública.

Outro aspecto a salientar é o da formação de recursos humanos bem qualificados para a área, que, como mencionamos, pode ser referenciada por diversas outras áreas do conhecimento, a partir de estudos interdisciplinares, como, por exemplo, da pesquisa médica, ambiental, climática e energética.

A inclusão das Ciências Policiais no rol das ciências, embora seja uma medida normativa a ser adotada, adquire a funcionalidade necessária para que esta área do conhecimento possa futuramente ofertar [...] os programas *stricto sensu* [...] (Brasil, 2019, p. 1).

E continua:

A relevância em sua aprovação, portanto, está na mobilização, de largo alcance, tanto de especialistas militares, quanto de interessados civis no tema. Essa medida tornará, sem dúvida alguma, as Ciências Policiais objeto de análise corrente no meio acadêmico, que, como já se disse, pode ser extensivo à sociedade como um todo e de igual forma ampliar a participação dos pesquisadores no desenvolvimento das pesquisas já realizadas, bem como favorecer o ingresso de novos pesquisadores de diversas outras áreas quanto aos assuntos vitais que se relacionam à segurança nacional [...] (Brasil, 2019, p. 2).

O que se pretende aqui com esta medida é ampliar este espaço e potencializar o seu grau de interdisciplinaridade e, ao mesmo tempo, consolidar um ambiente que seja propício para o desenvolvimento formativo dos pesquisadores e da pesquisa de um modo geral, além de ampliar a mobilização intelectual em torno do assunto e os resultados práticos em relação à segurança pública [...] (Brasil, 2019, p. 2-3).

Portanto, diante dessa normatização, assume-se a Segurança Pública como uma área de concentração do conhecimento, em que as “ciências policiais” se inserem como área de saber, lateralizada para as ciências militares e as ciências de defesa e equivalentes. Assim, o ensino e a aprendizagem dos profissionais de segurança pública impõem um sistema de desenvolvimento distinto nos níveis operacionais, táticos e estratégicos que permita a aquisição das competências intervencionais necessárias para o desempenho de suas funções, que sempre exigem associação entre o conhecimento empírico e o teórico.

Uma vez inserido na sociedade, o profissional de segurança pública, formado, treinado e continuamente capacitado, adquire pensamento sistêmico, integrativo e estratégico, podendo ser agente de inovação, de transformação, de participação, de gerenciamento e técnico, em prol da redução da criminalidade e da violência no Brasil.

Em 2000, foi apresentado o primeiro Plano Nacional de Segurança Pública (PNSP) (Brasil, 2000) e, na sequência, o Plano de Segurança Pública para o Brasil e, em 2007, o Plano Nacional de Segurança Pública com Cidadania (Pronasci) (Brasil, 2007). Esses planos estabelecem metas e objetivos comuns entre os órgãos de segurança pública, nas três esferas de governo. O Decreto n. 10.822 (Brasil, 1990) e o Decreto n. 2.169 (Brasil, 1997) instituem o Conselho Nacional de Segurança Pública (Conasp), que oportuniza alternativas de gestão da segurança pública com a participação da sociedade. E, nesse sentido, o Decreto n. 6.950 (Brasil, 2009a), que reestrutura o Conasp e a convocação da 1ª Conferência Nacional de Segurança Pública, em 2008, promoveu políticas públicas participativas, das quais a educação policial passa a ser tema recorrente (Brasil, 2009b).

Em 2014, a Secretaria Nacional de Segurança Pública (Senasp) consolidou a Matriz Curricular Nacional (MCN), cuja elaboração foi iniciada em 2003 e se constitui em um referencial teórico-metodológico para orientar as ações formativas – inicial e continuada – dos profissionais da área de segurança pública – Polícia Militar, Polícia Civil e Corpo de Bombeiros Militar (Brasil, 2014a). A MCN contém as Diretrizes Pedagógicas para as Atividades Formativas dos Profissionais da Área de Segurança Pública, que contempla um conjunto de orientações para o planejamento, o acompanhamento e a avaliação das ações formativas, e

ainda possui a Malha Curricular, a qual apresenta um núcleo comum composto de disciplinas que congregam conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, com o objetivo de garantir a unidade de pensamento e a ação dos profissionais da área de segurança pública.

As publicações intituladas “*Perfil dos cargos das instituições estaduais de segurança pública: estudo profissiográfico e mapeamento de competências*” (Brasil, 2012) e “*Mapeamento de Competências: Perfil dos Cargos das Instituições Estaduais de Segurança Pública*” (Brasil, 2013) têm por base os “Quatro Pilares da Educação” propostos pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco), distribuídas nas dimensões cognitivas, operativas e atitudinais. A primeira contempla as competências, técnicas e comportamentais, consideradas necessárias para a execução das tarefas dos profissionais de segurança pública. A publicação “*Pesquisa perfil das instituições de segurança pública 2013 (ano-base 2012)*” mapeia a estrutura e funcionamento das Instituições de Segurança Pública de todas as Unidades da Federação com dados sobre estrutura organizacional, orçamento, gestão da informação, recursos materiais, recursos humanos, capacitação e valorização profissional da Polícia Civil, Polícia Militar e Corpo de Bombeiros. No caso específico dos Corpos de Bombeiros Militares, são também apresentados dados sobre ações e atribuições (Brasil, 2014b).

A MCN demonstra que as ciências policiais são complexas, com métodos próprios, e que está interligada em uma rede interinstitucional, com ação multiprofissional em múltiplas disciplinas, estudadas de forma integrada, agrupada, complementar ou isolada. Essas disciplinas, como propostas na MCN, promovem o conhecimento científico apropriado sobre solução de problemas da segurança pública e defesa nacional, colocando os policiais como pesquisadores e pesquisados e estabelecendo fundamentação teórica consistente, com produção científica resultante da melhoria no processo de transferência de conhecimento, na comunicação para a sociedade e as empresas e no aprimoramento das políticas públicas, opinião esta corroborada por Vasconcelos (2014). Já para Poncioni (2013), apesar das iniciativas para a formação, o aprimoramento e o aperfeiçoamento policial, há muito a ser feito para que ocorra a efetiva combinação entre uma nova concepção do trabalho policial e um treinamento em técnicas e estratégias mais eficientes, com foco no desenvolvimento de competências.

Uma vez compreendida a complexidade das ciências policiais, é importante a fazer uma reflexão no contexto atual da sociedade contemporânea, ou seja, na era da informação. Nesse contexto, a segurança pública se insere como um agente público que atua no “mundo real”, agindo ou reagindo em prol da redução progressiva da criminalidade, gestão de conflitos e efetivo combate à

violência na sociedade. O agente público agindo em uma missão institucional policial está sujeito aos resultados obtidos antes, durante e depois da ação, afetando rápida e decisivamente a vida do(s) envolvido(s). Assim, quando se reflete em “informação” no campo da segurança pública, é impossível desassociá-la do “conhecimento”, essencial ao profissional da segurança pública. Esse conhecimento, uma vez transferido, capacita e aprimora o policial, norteando as suas decisões no momento da ação e o torna capaz de atingir a melhor *performance*, antecipar cenários possíveis e analisar os resultados obtidos.

Os profissionais da segurança pública estão inseridos em contextos realísticos, com impactos muitas vezes imensuráveis, cujas ações e interações provocarão efeitos irreversíveis. No exercício diário de sua função, a transferência da informação pode ocorrer em tempo real e competirá ao agente público em campo (seja policial civil, policial militar ou bombeiro militar) tomar as decisões pautadas no conhecimento conquistado por diversas formas ou, até mesmo, oriundo do aprendizado que, naturalmente, adquire ao desempenhar sua função, na modalidade aprender fazendo, aprender agindo sobre a realidade – *learning by doing* (Moser; Kolbe Júnior, 2020).

A análise da legislação e das publicações oficiais relacionadas ao ensino em segurança pública acima descrita permitiu reconhecer, por meio de inferências analíticas, a estrutura da educação contemporânea em segurança pública no Brasil e como se estabelecem as áreas do conhecimento a ela relacionadas. Na busca pela identificação dos meios de transferência de conhecimento dos profissionais que fazem parte da Polícia Civil, Polícia Militar e Corpos de Bombeiros Militares, conduziu-se uma análise de agrupamento, expressa por meio da técnica estatística de dendrograma (Figura 1), que se constitui pelos 15 termos mais citados, pelos quais foi possível reconhecer os mais frequentes: segurança, pública, ensino, competências e social.

Por meio da análise da Figura 1, foram identificados dois agrupamentos, um trata da “educação em segurança pública” e o outro trata dos “atores em segurança pública”. A leitura que se faz é que o desenvolvimento dos profissionais de segurança pública (Brasil, 2012) é aprimorado com ensino e educação, conforme ilustra o Plano Anual de Ensino e Pesquisa (PAEP) (Brasil, 2022b), e tem capacidade de atingir um nível que pode ser considerado de alta profundidade em estudos na segurança pública, no qual o trabalho policial passa a ser agente de evolução na sociedade. A interpretação dada é que a legislação busca uma forma legal de desenvolver o pensamento profissional pautado nas ciências policiais, usando a educação em segurança pública como um mecanismo de aquisição, de inovação e de transferência do conhecimento e, por conseguinte, na busca para promover um adequado desempenho durante as atividades laborais.

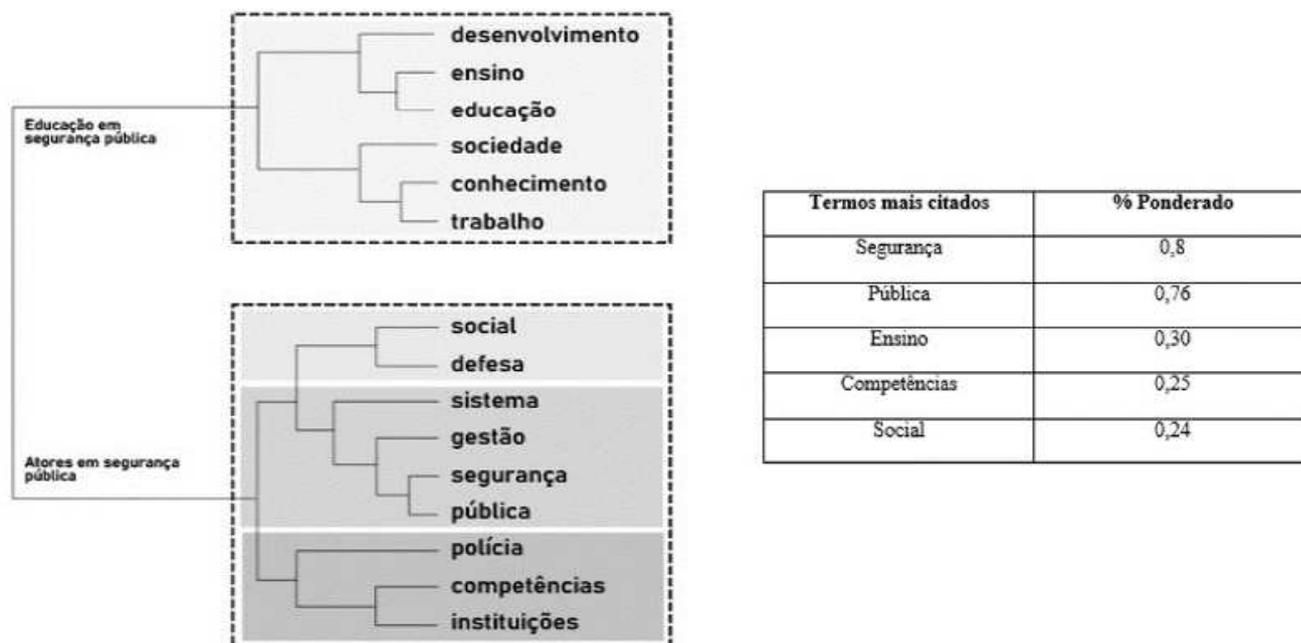
Ainda na Figura 1, tem-se o agrupamento da “defesa e social”, sendo o *cluster* “defesa” no sentido amplo: Defesa Social, Defesa Nacional, as instituições (Brasil, 1996; Brasil, 2012), entre outros, e o *cluster* “social”, que tem sentido diversificado: sociedade, acadêmicos, ou mesmo, contexto, prática, assistência, controle, entre outros. Este se conecta ao agrupamento “sistema” (Brasil, 2014a; Brasil, 2014b) e a “gestão em segurança pública” (Brasil, 2018a; Brasil, 2018b). Interessante observar que a legislação se propõe a estabelecer as relações entre a defesa civil, a defesa social, os órgãos ligados ao Estado de Defesa brasileiro e a sociedade e o sistema e gestão em segurança pública.

Também são reconhecidos em um dos agrupamentos os conteúdos que abordam o desenvolvimento de competências profissionais voltadas para o desempenho da função e as instituições da segurança pública com as organizações da polícia (Polícia Civil, Polícia Militar e Corpo de Bombeiro Militar). A leitura realizada é a de que os órgãos que compõem a defesa, civil e nacional e os órgãos que fazem parte do sistema brasileiro de gestão e segurança pública estão em sincronia legal para proteger e servir o social, a sociedade brasileira, em que a preservação da segurança interna é feita por meio do trabalho desempenhado pelas polícias, em suas instituições e com uso das competências profissionais do agente público. De forma

astuta, a legislação entrelaça os atores responsáveis pela segurança, externa (defesa) e interna (segurança pública), da sociedade brasileira e, também, promove uma evolução das instituições e dos profissionais de segurança pública por meio da educação baseada em competências (Brasil, 2012). Ao que parece, a análise da legislação apresentou um papel conciliador, auxiliando no enfrentamento de dilemas do policiamento público, buscando reflexão ativa de questões que envolvem a organização social, a administração e a prestação de serviços policiais (Greene, 2007), utilizando-se da educação em segurança pública como meio de compreensão e de melhoramento do seu funcionamento.

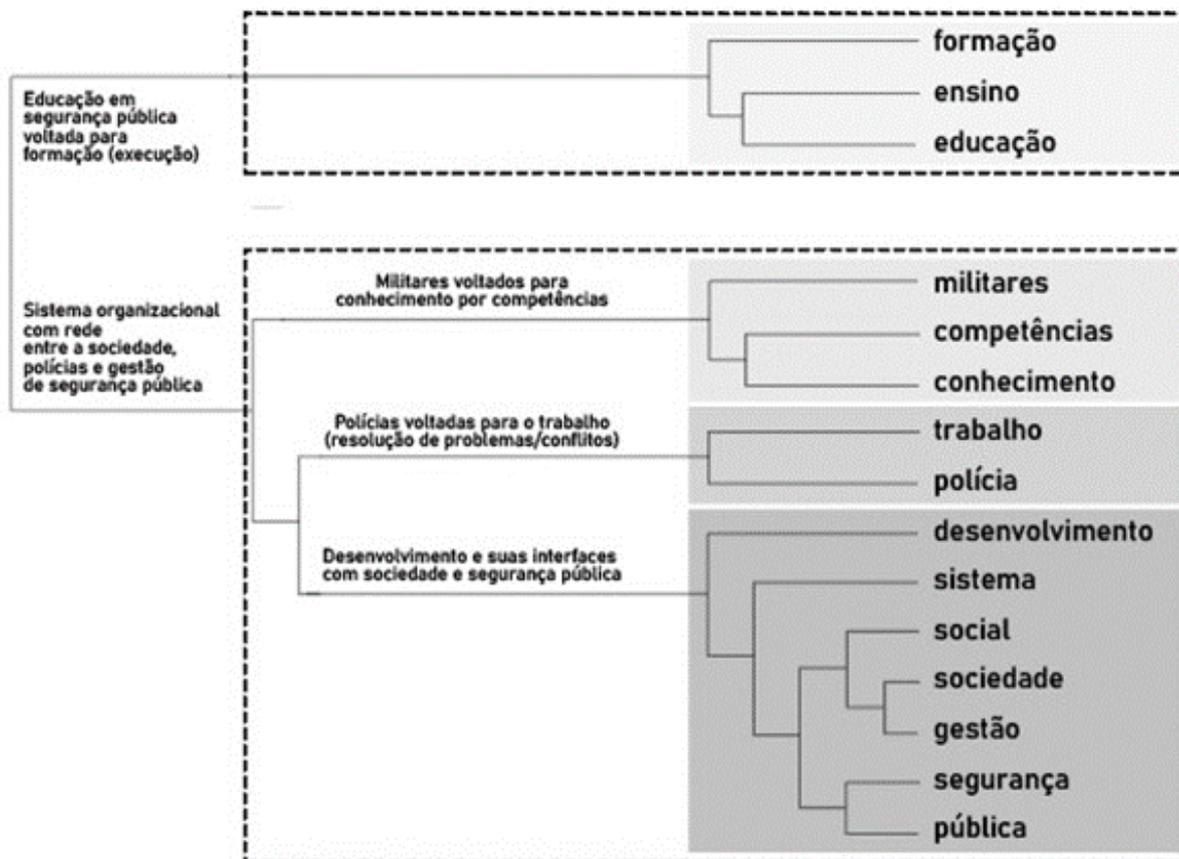
Para uma análise mais conclusiva, elaborou-se o dendrograma da Figura 2, apoiado na exploração do recorte dos quatro documentos mais aderentes ao tema, ou seja, nos quais as 15 palavras mais citadas possuíam maior frequência de ocorrência (Quadro 3). Nesse dendrograma, foram identificados dois agrupamentos, sendo um da “Educação em segurança pública voltada para a formação” e outro do “Sistema organizacional”, composto de três arranjos: “Policiais militares-conhecimento-competências”, “Organizações policiais e trabalho (desempenho da função)” e “Desenvolvimento-sociedade-gestão pública-segurança pública”.

Figura 1 – Dendrograma gerado pelos documentos selecionados e os termos mais citados neste estudo



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

Figura 2 – Dendrograma dos documentos mais citados



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2023)

Quadro 3 – Documentos mais citados

DOCUMENTOS MAIS ADERENTES AO TEMA	
Brasil (1996)	Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional.
Brasil (2006)	Lei n. 11.279, de 9 de fevereiro de 2006. Dispõe sobre o ensino na Marinha.
Brasil (2012)	Pesquisa perfil das instituições de segurança pública 2013 (ano-base 2012).
Brasil (2009b)	Relatório Final da 1ª Conferência Nacional de Segurança Pública n. 1. Implementação de Políticas de Segurança Pública.

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2024)

Os dois agrupamentos permitiram observar certo afastamento entre a educação voltada para a formação e o cotidiano policial. Uma leitura do dendrograma da Figura 2 permite inferir que a educação contemporânea e o ensino policial são voltados para a sua formação. Nesse contexto, os policiais militares possuem tendência a obter conhecimento por meio de competências. As instituições de polícia têm foco no desenvolvimento do trabalho em

sinergia com o sistema social, implementado na sociedade e nas diversas formas de gestão pública e com as complexas relações que envolvem a segurança pública. Essa hermética trama causa reflexões acerca do tema e permitem sugerir que as iniciativas educacionais que busquem ações sionormativas e sistêmicas devem ser encorajadas para a complexa rede de conhecimento e de conhecedores que envolvem as ciências policiais e o sistema de educação em segurança pública.

4 Considerações Finais

O presente estudo exploratório permite destacar que, pelo recorte proposto das publicações oficiais, a transferência do conhecimento oriunda das ciências policiais é desenvolvida por pelo menos três protagonistas: i) gestão/gestores; ii) policiais; e iii) acadêmicos/práticos/sociedade. Destaca-se a importância da integração desses protagonistas e suas respectivas ações e objetivos.

Observou-se também que três dimensões habitam a educação em segurança pública: 1) Organizacional: plano institucional/comando; 2) Operacional: plano executor/policiais e profissionais de segurança pública; e 3) Acadêmico: instituições de ensino, pesquisa e extensão; cientistas, juristas e demais estudiosos; empresas públicas ou privadas; organizações não governamentais; sociedade. Nessas dimensões, o viés de ligação é o atendimento às necessidades humanas de manutenção da vida e a preservação da saúde e do ambiente.

O ensino do Sistema Único de Segurança Pública (SUSP) tem reconhecida complexidade, inerente às suas atividades, fortemente amparada por uma legislação que estabelece a necessidade de formação inicial e continuada da Polícia Civil, Polícia Militar e Corpo de Bombeiro Militar. No entanto, ampliando o olhar para a estrutura da sociedade contemporânea, os desafios relativos ao combate à criminalidade e à diminuição da violência e para os recursos inovadores que se apresentam na aplicação em segurança pública, entende-se que existe a necessidade de serem realizadas ações voltadas para as capacitações específicas que possam internalizar o conhecimento dentro das corporações, abarcando a transferência de conhecimento entre os agentes e instrumentalizando-os, desde as atividades que exigem competências mais simples até as mais complexas.

Paira certa incerteza sobre quais recursos devem ser contemplados para que a atual estrutura de ensino promova adequada transferência do conhecimento em segurança pública, uma vez que se deve considerar a peculiaridade de metodologias e de métodos adotados, as diversas possibilidades de interação – virtual ou presencial, dentro das organizações ou com a sociedade – bem como para que reflitam os projetos políticos pedagógicos em segurança pública e constante desenvolvimento e ininterrupta evolução do trabalho policial e suas instituições. Portanto, é possível apontar lacunas no arcabouço documental pesquisado no sentido de serem utilizadas tecnologias ativas para a transferência de conhecimento por meio de ambientes simulados, apoiados por equipamentos de realidade virtual e aumentada, com os quais é possível reduzir o risco de acidentes, letais ou não, durante educação em segurança pública. Esses recursos também propiciam o aumento da

disponibilidade de formação e o treinamento, logo, isso eleva a capacidade de execução de diversas atividades dos policiais civis, dos policiais militares e dos bombeiros militares.

Atualmente, é possível encontrar com certa facilidade profissionais da segurança pública utilizando aplicativos geolocalizacionais, aperfeiçoando as interfaces homem-máquina-homem com as múltiplas inteligências (Horos, 2023), a serviço do combate ao crime, incorporando equipamentos vestíveis (Austin, 2021), de uso na superfície do corpo e embarcados em veículos (como os celulares, os tablets, as câmeras de registro de imagem e som), usando Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs), exemplo: drones. Seria tema de uma nova pesquisa sobre como a educação em segurança pública tem utilizado e empregado tais tecnologias e metodologias (exemplo: como em ESPY-2022 que apresenta o uso de equipamentos simuladores), bem como refletir se os novos métodos de pensar e de agir a segurança pública estão propiciando uma evolução ou uma revolução na educação policial para além do corpo-a-corpo. Sugere-se verificar se essas tecnologias estão sendo de fato transferidas, tornando os policiais e os bombeiros especialistas equipados e capacitados. E, por fim, analisar se o ambiente educacional propicia o pensamento inovativo, ao mesmo tempo que treina os profissionais de segurança pública para tomarem decisões apoiados em múltiplas inteligências, enquanto se auto monitoraram, garantindo saúde e vida, preservando a ética e a legalidade da função.

5 Perspectivas Futuras

Com base nas relações educacionais entre o conhecimento e os conhecedores que aplicam e desenvolvem as ciências policiais, emerge a necessidade de caracterizar os espaços físicos que promoveriam a transferência de conhecimento aos profissionais do Sistema Único de Segurança Pública. Logo, uma perspectiva é o desenvolvimento de um projeto capaz de orientar e de definir diretrizes construtivas nas perspectivas tecnológicas e inovadoras, no sentido de apresentar espaços acadêmicos articulados com as necessidades contemporâneas dos profissionais do Sistema Único de Segurança Pública.

Referências

- AUSTIN, M. **Trusting your instruments: leveraging wearable devices to improve pre-operational fatigue assessment by u.s. coast guard aircrews.** Califórnia: Naval Postgraduate School Monterey, 2021.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo.** São Paulo: Edições 70, 2011.

BARREIRA, C.; ADORNO, S. A violência na sociedade brasileira. In: MARTINS, C. B.; MARTINS, H. H. T. S. (org.). **Horizontes das ciências sociais no Brasil: sociologia**. São Paulo: Anpocs, 2010. p. 303-374.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: <https://encurtador.com.br/239iX>. Acesso em: 23 mar. 2023.

BRASIL. **Decreto n. 10.822, de 28 de janeiro de 1990**. Aprova o protocolo de intenções que institucionalizou o Conselho Nacional de Segurança Pública CONASP. Brasília, DF: Presidência da República, 1990. Disponível em: <https://encurtador.com.br/FuavP>. Acesso em: 24 maio 2023.

BRASIL. Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial**, Brasília, DF, 1996. Disponível em: <https://encurtador.com.br/1KdSf>. Acesso em: 24 abr. 2023.

BRASIL. **Decreto n. 2.169, de 4 de março de 1997**. Dispõe sobre o Conselho Nacional de Segurança Pública CONASP. Brasília, DF: Presidência da República, 1997. Disponível em: <https://encurtador.com.br/U6HCA>. Acesso em: 24 maio 2023.

BRASIL. **Plano Nacional de Segurança Pública**. Brasília, DF: Ministério da Justiça, 2000. Disponível em: <https://encurtador.com.br/M6LH5>. Acesso em: 19 maio 2023.

BRASIL. Lei n. 11.279, de 9 de fevereiro de 2006. Dispõe sobre o ensino na Marinha. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 9 de fevereiro de 2006. Disponível em: <https://encurtador.com.br/aPxmL>. Acesso em: 15 jun. 2023.

BRASIL. **Lei n. 11.530, de 24 de outubro de 2007**. Institui o Programa Nacional de Segurança Pública com Cidadania – PRONASCI. Brasília, DF: Presidência da República, 2007. Disponível em: <https://encurtador.com.br/d8ZtR>. Acesso em: 24 maio 2023.

BRASIL. Portaria Normativa Interministerial n. 830/MD/MEC, de 23 de maio de 2008. Dispõe sobre a equivalência dos cursos de formação de oficiais das Forças Armadas. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, Seção 1, p. 10, 26 de maio de 2008. [2008a]. Disponível em: <https://shre.ink/b9xy>. Acesso em: 24 maio 2023.

BRASIL. Portaria Normativa Interministerial n. 18/MD/MEC, de 13 de novembro de 2008. Dispõe sobre a equivalência de cursos nas instituições militares de ensino em nível de pós-graduação *lato sensu*. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, Seção 1, p. 44, 14 de novembro de 2008. [2008b]. Disponível em: <https://shre.ink/b9xz>. Acesso em: 24 maio 2023.

BRASIL. **Decreto n. 6.950, de 26 de agosto de 2009**. Dispõe sobre a composição, estrutura, competências e funcionamento do Conselho Nacional de Segurança Pública – CONASP, e dá outras providências. [2009a]. Disponível em: <https://encurtador.com.br/CcjZR>. Acesso em: 12 jun. 2023.

BRASIL. **Relatório Final da 1ª Conferência Nacional de Segurança Pública n. 1: Implementação de Políticas de Segurança Pública**. Brasília, DF: Ministério da Justiça, 2009b.

BRASIL. **Perfil dos cargos das instituições estaduais de segurança pública: estudo profissiográfico e mapeamento de competências**. Brasília, DF: Secretaria Nacional de Segurança Pública, 2012. Disponível em: <https://shre.ink/b9xZ>. Acesso em: 15 jul. 2023.

BRASIL. Mapeamento de modelos de ensino policial e de segurança pública no Brasil. **Fórum Brasileiro de Segurança Pública**, São Paulo, Senasp, 2013. Disponível em: <https://shre.ink/b9xN>. Acesso em: 23 maio 2023.

BRASIL. **Matriz Curricular Nacional para ações formativas dos profissionais da área de segurança pública**. 3. ed. Brasília, DF: Ministério da Justiça; Senasp, 2014a. Disponível em: <https://shre.ink/b9xV>. Acesso em: 20 maio 2023.

BRASIL. **Pesquisa perfil das instituições de segurança pública 2013 (ano-base 2012)**. Brasília, DF: Secretaria Nacional de Segurança Pública; Ministério da Justiça, 2014b. Disponível em: <https://shre.ink/b9xO>. Acesso em: 20 maio 2023.

BRASIL. Parecer CNE/CES n. 147/2017, aprovado em 4 de abril de 2017. Inserção da Defesa no rol das ciências estudadas no Brasil. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, Seção 1, p. 12, 19 de maio de 2017. Disponível em: <https://shre.ink/b9xJ>. Acesso em: 25 jun. 2023.

BRASIL. **Lei n. 13.675, de 11 de junho de 2018**. Disciplina a organização e o funcionamento dos órgãos responsáveis pela segurança pública, nos termos do § 7º do art. 144 da Constituição Federal; cria a Política Nacional de Segurança Pública e Defesa Social (PNSPDS); institui o Sistema Único de Segurança Pública (Susp); altera a Lei Complementar n. 79, de 7 de janeiro de 1994, a Lei n. 10.201, de 14 de fevereiro de 2001, e a Lei n. 11.530, de 24 de outubro de 2007; e revoga dispositivos da Lei n. 12.681, de 4 de julho de 2012. Brasília, DF: Presidência da República, 2018a. Disponível em: <https://shre.ink/b9x6>. Acesso em: 15 jun. 2023.

BRASIL. **Decreto n. 9.489, de 30 de agosto de 2018**. Regulamenta, no âmbito da União, a Lei n. 13.675, de 11 de junho de 2018, para estabelecer normas, estrutura e procedimentos para a execução da Política Nacional de Segurança Pública e Defesa Social. Brasília, DF: Presidência da República, 2018b. Disponível em: <https://shre.ink/b9x4>. Acesso em: 16 jun. 2023.

BRASIL. **Parecer CNE/CES n. 945/2019, de 9 de outubro de 2019**. Consulta sobre a inclusão das Ciências Policiais no rol das ciências estudadas no Brasil. Brasília, DF: Ministério da Educação, Conselho Nacional da Educação, 2019. Disponível em: <https://shre.ink/b9xP>. Acesso em: 24 maio 2023.

BRASIL. **Plano Nacional de Segurança Pública e Defesa Social (PNSP) 2021-2030**. Brasília, DF: Ministério da Justiça e Segurança Pública, 2021. Disponível em: <https://shre.ink/b9eU>. Acesso em: 1º jun. 2023.

BRASIL. **Lei n. 14.296, de 4 de janeiro de 2022**. Altera a Lei n. 11.279, de 9 de fevereiro de 2006, para incluir cursos no Sistema de Ensino Naval (SEN), ajustar a faixa etária de ingresso em corpos e quadros da Marinha e estabelecer restrições ao uso de tatuagem. Brasília, DF: Presidência da República, 2022a. Disponível em: <https://shre.ink/b9ef>. Acesso em: 02 de junho de 2023, 2022a.

BRASIL. **Plano anual de ensino e pesquisa PAEP**. Secretaria de Gestão e Ensino em Segurança Pública. Brasília, DF: Ministério da Justiça e Segurança Pública, 2022b. Disponível em: <https://shre.ink/b9es>. Acesso em: 30 jun. 2023.

BETTS, S. A. **The internet of things (iot) in disaster response**. Califórnia: Naval Postgraduate School Monterey, 2022.

BRAWLEY, E. S. **Serious games in fema regional response coordination center training and exercises**. Califórnia: Naval Postgraduate School Monterey, 2015.

CARVALHO, I.; ROCHA, T.; ROCHA, M. Os sete saberes necessários à educação do futuro: reflexões e um novo olhar sobre o tema. **Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação**, [s.l.], 2017. Disponível em: <https://shre.ink/b9eW>. Acesso em: 25 maio 2023.

GREENE, J. R. **Administração do trabalho policial: questões e análises**. São Paulo: Editora da USP, 2007.

HOROS, A. J. **21st century open-source intelligence and law enforcement utilization**. Califórnia: Naval Postgraduate School Monterey, 2023.

LIMA, E. P. de *et al.* Tecnologias na Segurança Pública: prospecção sobre o uso de inteligências artificiais e outros dispositivos. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 13, n. 5, p. 1.367-1.382, 2020. DOI: <https://doi.org/10.9771/cp.v13i5.33058>.

LIMA, R. S.; SINHORETTO J.; BUENO, S. A gestão da vida e da segurança pública no Brasil. **Revista Sociedade e Estado**, [s.l.], v. 30, n. 1, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-69922015000100008>.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MORIN, E. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. 2. ed. São Paulo; Brasília, DF: Cortez; Unesco, 2000.

MOSER, A.; KOLBE JÚNIOR, A. Competências para a transformação digital: Desafios para a educação superior. **Metodologias e Aprendizado**, [s.l.], v. 1, p. 115-122, 2020. DOI: 10.21166/metapre.v1i0.1122. Disponível em: <https://shre.ink/b9e9>. Acesso em: 19 set. 2024.

MUNIZ, J.; CARUSO, H.; FREITAS, F. Os estudos policiais nas ciências sociais: um balanço sobre a produção brasileira a partir dos anos 2000. **Revista Brasileira de Informação Bibliográfica em Ciências Sociais**, São Paulo, n. 84, p. 148-187, abril de 2018. Disponível em: <https://shre.ink/b9ed>. Acesso em: 30 maio 2023.

PESTANA, M. H.; GAGEIRO, J. N. **Análise de Dados para Ciências Sociais: a Complementaridade do SPSS**. Lisboa: Edições Silabo, 2005.

PONCIONI, P. Governança democrática da segurança pública: o caso da educação policial no Brasil. **Civitas: Revista de Ciências Sociais**, [s.l.], v. 13, n. 1, p. 48-55, 2013. DOI: 10.15448/1984-7289.2013.1.12591. Disponível em: <https://shre.ink/b9el>. Acesso em: 31 maio 2023.

RICHARDSON, T. J. **First responder weapons of mass destruction training using massively multiplayer on-line gaming**. Califórnia: Naval Postgraduate School Monterey, 2004.

SILVA, G. M. Atividade Policial como Ciência. **Revista Brasileira de Ciências Policiais**, Brasília, DF, v. 1, n. 2, p. 72-78, 2012. DOI: 10.31412/rbcp.v1i2.41. Disponível em: <https://shre.ink/b9ea>. Acesso em: 14 set. 2024.

VASCONCELOS, F. **Esboço de uma sociologia política das ciências sociais contemporâneas (1968-2010)**: a formação do campo da segurança pública e o debate criminológico no Brasil. São Paulo: [s.n.], 2014. Disponível em: <https://shre.ink/b9eQ>. Acesso em: 1º abr. 2023.

ZIEGLER FILHO, J. A. Transferência de tecnologia e inovação na segurança pública: base para criação de um NIT no Centro de Ensino da Polícia Militar de Santa Catarina. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 7, n. 3, p. 302-313, 2014. DOI: <https://doi.org/10.9771/S.CPROSP.2014.007.031>.

Sobre os Autores

Telma Jakeline Greicy Kirchesch

E-mail: telmakirchesch@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-9910-2719>

Especialista em MBA e Gestão de Projetos pela Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal em 2013.

Endereço profissional: Av. Gonçalo Antunes de Barros, n. 3.245, Carumbé, Cuiabá, MT. CEP: 78058-743.

Luciane Cleonice Durante

E-mail: luciane.durante@ufmt.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4998-4587>

Doutora em Física Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso em 2012.

Endereço profissional: Av. Fernando Corrêa da Costa, n. 2.367, Bairro Boa Esperança, Cuiabá, MT. CEP: 78060-900.

Raquel Naves Blumenschein

E-mail: raquelblum@terra.com.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8168-9142>

Doutora em Desenvolvimento Sustentável pelo Centro de Desenvolvimento Sustentável da UnB em 2004.

Endereço profissional: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Câmpus Universitário Darcy Ribeiro, Brasília, DF. CEP: 70910-900.

Ivan Julio Apolonio Callejas

E-mail: ivan.callejas@ufmt.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7877-7029>

Doutor em Física Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso em 2012.

Endereço profissional: Av. Fernando Corrêa da Costa, n. 2.367, Bairro Boa Esperança, Cuiabá, MT. CEP: 78060-900.

Desafios e Oportunidades da Educação em Propriedade Intelectual no Contexto do Novo Ensino Médio: uma abordagem estratégica e sistêmica

Challenges and Opportunities of Intellectual Property Education in the Context of the New High School: a strategic and systemic approach

Wilton Lucas Maximiano¹, Paulo Rogério Pinto Rodrigues¹

¹Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, PR, Brasil

Resumo

Este estudo teve como objetivo analisar a inserção do tema Inovação no contexto da Propriedade Intelectual no currículo do ensino médio público no estado do Paraná. Dada a crescente relevância desses conceitos para o desenvolvimento socioeconômico em uma era tecnológica e de economia baseada no conhecimento, o trabalho busca destacar a importância de preparar os alunos para os desafios contemporâneos, evidenciando as lacunas presentes no currículo tradicional. A pesquisa adota uma abordagem de revisão bibliográfica sistemática e análise crítica da literatura, focando em fontes legislativas e dados acadêmicos. A partir dessa metodologia, busca-se identificar lacunas educacionais específicas no currículo paranaense e avaliar como esses temas são abordados no ensino público. Os resultados indicam que a ausência de Inovação e Propriedade Intelectual no currículo pode limitar o desenvolvimento de habilidades técnicas, empreendedoras e inovadoras entre os alunos. A pesquisa sugere possíveis soluções para integrar esses temas no ensino médio, preparando melhor os alunos para os desafios de uma sociedade em transformação.

Palavras-chave: Inovação; Direitos Autorais; Empreendedorismo.

Áreas Tecnológicas: Propriedade Intelectual. Inovação e Desenvolvimento.

Abstract

This study aims to analyze the inclusion of the topics of Innovation and Intellectual Property in the public high school curriculum in the state of Paraná. Given the increasing relevance of these concepts for socioeconomic development in a technological age and knowledge-based economy, the work seeks to emphasize the importance of preparing students for contemporary challenges, highlighting the gaps present in the traditional curriculum. The research adopts a systematic literature review and critical analysis of academic sources, focusing on legislative documents and academic data. This methodology aims to identify specific educational gaps in the Paraná curriculum and assess how these topics are addressed in public education. The results indicate that the absence of Innovation and Intellectual Property in the curriculum may limit the development of technical, entrepreneurial, and innovative skills among students. The research suggests possible solutions to integrate these topics into high school education, better preparing students for the challenges of a transforming society.

Keywords: Innovation; Copyright; Entrepreneurship.



1 Introdução

Considerando o momento presente, marcado por avanços tecnológicos contínuos que impulsionam uma economia cada vez mais baseada no conhecimento, a compreensão e a aplicação de conceitos relacionados à Inovação e à Propriedade Intelectual (PI) assumem um importante papel para o desenvolvimento socioeconômico de um coletivo. Nesse sentido, o ensino desses fundamentos desde as etapas iniciais da educação formal, a exemplo do Novo Ensino Médio, torna-se relevante para capacitar os alunos no enfrentamento de desafios e de oportunidades no ambiente socioeconômico.

O ensino médio tem um papel crucial na formação dos jovens, capacitando-os para os desafios e oportunidades que eles enfrentarão em suas jornadas acadêmicas e profissionais. Contudo, é perceptível que o currículo tradicional frequentemente deixa de abordar temas vitais para a compreensão e engajamento ativo na sociedade atual, particularmente no que se refere à Inovação e à tecnologia PI (Paraná, 2021). O presente trabalho pretende realizar uma análise curricular com recorte nas bases curriculares do Novo Ensino Médio na Rede Pública no Estado do Paraná.

Assim, este estudo propõe uma análise crítica da viabilidade de incorporar, de forma interdisciplinar, o tema Inovação associado à PI na estrutura curricular do Novo Ensino Médio. Trata-se de um estudo que parte da reflexão sobre a falta de abordagem dessa temática no mencionado nível de ensino. Por meio de uma revisão bibliográfica atualizada e de uma análise crítica da literatura existente, o objetivo é identificar as lacunas e as demandas referentes a esses assuntos no ambiente educacional do Paraná, mais especificamente na Rede Pública Estadual de Educação.

Este trabalho promove a inclusão e a discussão da temática mencionada no ambiente de ensino médio, busca ainda compreender o impacto potencial dessa temática na formação dos respectivos discentes, em termos de habilidades técnicas e de atitudes empreendedoras e inovadoras, dessa forma, terá como objetivo geral investigar lacunas e necessidades relacionadas à possível ausência de temas referentes à Inovação e à PI no currículo do Novo Ensino Médio na Rede Pública Estadual de Educação do Paraná. Pretende-se, ainda, realizar nesta pesquisa reflexões sobre estratégias e abordagens pedagógicas que possam ser efetivas na disseminação desses conhecimentos, considerando as características e as especificidades dos alunos e do contexto educacional paranaense.

A metodologia de pesquisa adotada será uma análise sistemática do estado da arte, que envolverá artigos, livros, relatórios e outras fontes pertinentes, além da utilização de bancos de dados acadêmicos de pesquisa. A sistematização dos dados e das informações obtidas será realizada por meio

de uma análise comparativa e de avaliação crítica das fontes consultadas.

Este trabalho tem como intuito não apenas identificar lacunas no currículo escolar, mas, sobretudo, propor reflexões tangíveis para a inserção de temas essenciais contidos em PI e empreendedorismo para o ensino médio, visando preparar os alunos para um futuro cada vez mais complexo e exigente em termos de competências e de habilidades.

2 Metodologia

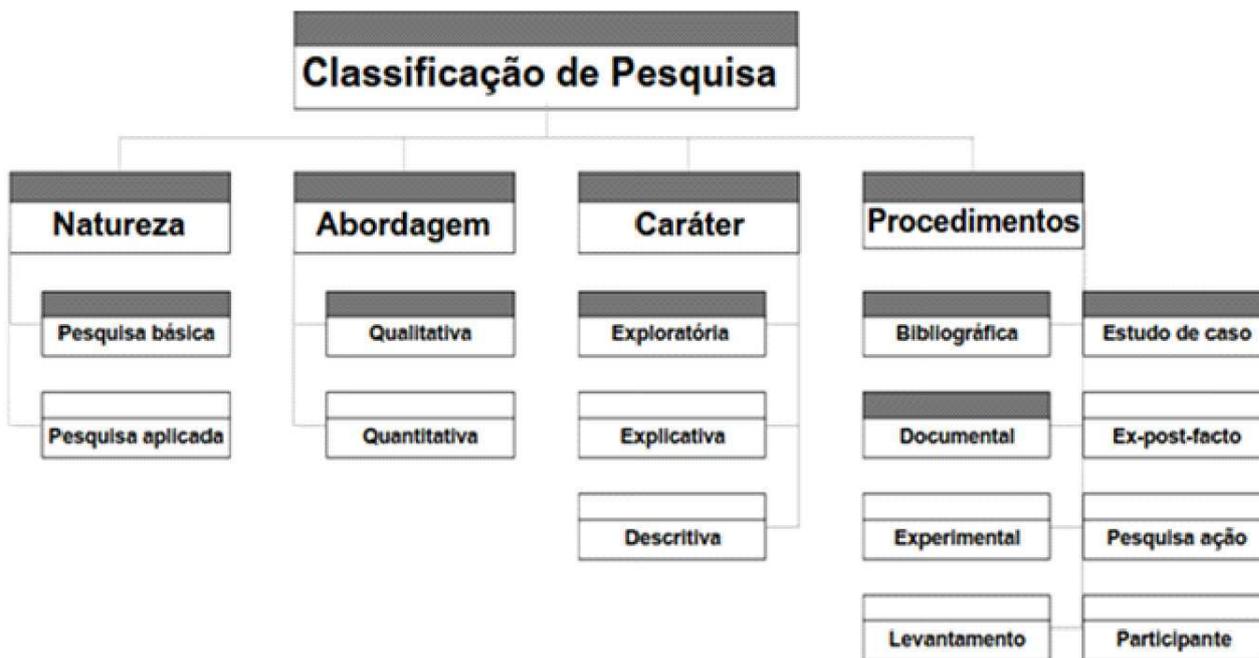
A respeito da classificação metodológica e do uso de materiais, cabe registrar que este trabalho tem uma natureza analítica do estado da arte para, assim, gerar conhecimentos teóricos e reflexões sobre a aplicação do conhecimento de Inovação e PI no Novo Ensino Médio na Rede Pública Estadual do Paraná. Nesse mesmo contexto temático, no que concerne à abordagem, trata-se de uma abordagem qualitativa, investigativa que busca interpretar e compreender a aplicação do conceito de Inovação e PI dentro do contexto educativo e social, visando priorizar a compreensão, a reflexão e a análise de contexto em detrimento a uma mensuração quantitativa e estática.

O caráter desta pesquisa é predominantemente exploratório (Piovesan; Temporini, 1995), utilizando de um estado da arte extenso e analisando-se leis nacionais e estaduais, além de exame de referenciais curriculares específicos do Estado do Paraná. Em suma, a abordagem exploratória permite a este trabalho investigação e compreensão das relações entre Inovação, PI e o currículo escolar, identificando as possíveis lacunas do processo de ensino e aprendizagem nesse contexto educacional.

Assim, os procedimentos predominantemente do estado da arte presentes neste trabalho são bibliográficos, de estudos de casos e documental. Bibliográfico, pois envolve minuciosa revisão literária a fim de compreender a lacuna no processo de ensino e aprendizagem, no que se refere ao respectivo tema desta pesquisa, fundamenta-se a proposta reflexiva do objeto de estudo desta pesquisa. Trata-se de um estudo de caso, pois se debruça nas temáticas de Empreendedorismo, Inovação e PI no currículo educacional no contexto do Novo Ensino Médio do Paraná.

O fluxograma a seguir foi elaborado para estruturar metodologicamente esta pesquisa, sintetizando as principais etapas do estudo, evidenciando sua classificação e abordagem. Esse esquema permite visualizar de maneira objetiva a relação entre os métodos adotados, a fundamentação teórica e a análise dos dados coletados. Desta forma, apresenta-se a Figura 1, que ilustra essa organização metodológica.

Figura 1 – Fluxograma da classificação do estudo



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

3 Resultados e Discussão

Nesta seção serão apresentadas a visão estratégica: Propriedade Intelectual no currículo do Novo Ensino Médio; personalização das matrizes curriculares do Ensino Médio; abordagens regionais por estado; Ensino Médio no Paraná: interfaces entre Legislação Educacional e Propriedade Intelectual; e prospectando materiais didáticos: suprimindo uma possível lacuna educacional sobre Propriedade Intelectual no Novo Ensino Médio no Paraná.

3.1 Visão Estratégica: Propriedade Intelectual no currículo do Novo Ensino Médio

Na conjuntura atual, os aspectos que relacionam Inovação à PI desempenham um papel crucial no progresso econômico de uma região. Essa estreita conexão entre PI e crescimento econômico permeia diversos segmentos da sociedade, sendo a educação um elemento-chave nesse processo dinâmico. Por meio da educação em seus diferentes níveis, a sociedade se capacita e evolui, tornando-se preparada para enfrentar os desafios e aproveitar as oportunidades da era contemporânea.

Nesse sentido, é essencial introduzir o conceito de PI já no ensino médio, proporcionando aos alunos uma compreensão ampla sobre direitos autorais e incorporando os conceitos de inovação e de empreendedorismo. Tal iniciativa busca não apenas enriquecer o conhecimento

educacional dos estudantes, mas também fomentar o desenvolvimento institucional, regional e nacional. Para Faria (2011, p. 78, *apud* Queiroz, 2021, p. 15): “As instituições de ensino possuem um papel fundamental no processo inovativo [...]”, ao mencionarem a necessidade de incluir disciplinas que tratem sobre o ensino de propriedade intelectual de forma interdisciplinar.

Ao apresentar o tema da Inovação e PI desde cedo no ensino médio, abre-se um espectro de novas oportunidades para o corpo discente. A formação em PI não apenas proporciona uma base sólida de conhecimento teórico-prático, mas também estimula a criatividade, a capacidade de resolução de problemas e o espírito empreendedor dos jovens, fatores que podem nortear a vida acadêmica e/ou profissional desses indivíduos.

A geração, a exploração e a difusão do conhecimento são fundamentais para o crescimento econômico, o desenvolvimento e o bem-estar das nações. Assim, é fundamental dispor de melhores medidas de inovação (Finep, 2006, p. 11).

É de consenso didático que países considerados de primeiro mundo têm investimentos significativos em educação básica e no desenvolvimento e na disseminação do conhecimento sobre PI. Essa dialética entre educação e a temática de PI tem impulsionado, fortalecido e fomentado o desenvolvimento econômico desses países, inclusive de maneira sustentável. Tal como é definido por Barbalho e Antunes (2019, p. 484 *apud* Queiroz, 2021, p.

15): “[...] tomando como exemplo outras nações, como o Japão, onde o ensino da PI perpassa inclusive pelo ensino médio, por meio de materiais diversos produzidos, dentre outras instituições, pelo Escritório japonês de Propriedade Intelectual”.

Os benefícios resultantes desse incentivo podem ser amplos e significativos. Desde o estímulo à inovação em setores de alta tecnologia até o fortalecimento da criatividade e da cultura, os impactos podem ser evidenciados em várias esferas da sociedade. Inclusive, o conhecimento em PI concede às nações desenvolvidas uma posição competitiva vantajosa no contexto global, permitindo-lhes proteger e comercializar suas descobertas e inovações de maneira eficiente. Isso não apenas fortalece suas bases econômicas, mas também as coloca como líderes em múltiplos campos, ampliando sua influência e prestígio em âmbito internacional.

Assim, ao investir no conhecimento em PI, não se adota apenas uma estratégia econômica, mas também é feito um investimento direto no futuro. Esse investimento é crucial para assegurar o progresso e a prosperidade das nações desenvolvidas, contribuindo significativamente para o bem-estar e a qualidade de vida de suas populações. Em um mundo cada vez mais globalizado e orientado pela inovação, a compreensão e a valorização da PI tornam-se fundamentais para manter a competitividade e o avanço contínuo em diversos setores.

3.2 Personalização das Matrizes Curriculares do Ensino Médio: abordagens regionais por estado

A fim de aclarar o recorte específico desta pesquisa na reflexão sobre o currículo e os materiais pedagógicos especificamente do Estado do Paraná, cabe refletir sobre o fato de que cada Estado no Brasil possui autonomia na elaboração de sua matriz curricular para o Novo Ensino Médio, logicamente seguindo as legislações vigentes, que incluem a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) – Lei n. 9.394/1996, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN). É importante ressaltar que essa autonomia permite que cada Estado adapte sua matriz curricular de acordo com suas características específicas, levando em consideração a cultura, a regionalidade, as especificidades das comunidades escolares e demandas sociais e empresariais.

Nesse contexto, os Estados têm a obrigatoriedade de dividir seu currículo em componentes curriculares da Formação Geral Básica e Itinerários Formativos, conforme preconizado pela BNCC. Os itinerários formativos, em particular, podem sofrer alterações significativas de um Estado para outro, a fim de atender às necessidades e às peculiaridades locais. Essas mudanças podem envolver

a inclusão de disciplinas/componentes curriculares específicos, a ênfase em determinadas áreas do conhecimento ou a integração de conteúdos relacionados à cultura regional e ao mercado de trabalho local.

Dessa forma, a autonomia dos Estados na elaboração de suas matrizes curriculares para o Novo Ensino Médio permite uma maior flexibilidade e adaptabilidade às particularidades de cada região, garantindo uma educação mais contextualizada, significativa e relevante para os estudantes.

Diante da diversidade de matrizes curriculares adotadas por cada Estado brasileiro no âmbito do Novo Ensino Médio, este estudo optou por realizar um recorte específico na análise do currículo do ensino médio do Estado do Paraná. Essa escolha se justifica pela inviabilidade de estudar todas as matrizes curriculares de cada Estado em um único trabalho acadêmico, dada a vasta gama de elementos envolvidos e a complexidade inerente a cada uma delas.

Portanto, ao delimitar o escopo da pesquisa para o currículo do ensino médio paranaense, o estudo busca proporcionar uma análise mais precisa e significativa, que possa subsidiar a formulação de políticas públicas e de práticas educacionais mais eficazes e adaptadas à realidade local.

3.3 Ensino Médio no Paraná: interfaces entre Legislação Educacional e Propriedade Intelectual

No Brasil, as leis que regulam o sistema educacional desempenham um papel crucial na garantia da qualidade e da equidade na educação. Pela instituição de legislação específica, são estabelecidas diretrizes curriculares uniformes e objetivos de aprendizagem, visando garantir que todos os estudantes, independentemente de sua localização geográfica, tenham acesso a uma educação de alta qualidade e que estejam aptos a enfrentar os desafios contemporâneos. No entanto, cada Estado no território nacional mantém um grau de autonomia na adaptação das estruturas curriculares para atender às necessidades específicas de suas respectivas regiões, considerando fatores como a cultura local e as demandas da comunidade escolar, incluindo as demandas empresariais. Essas adaptações desempenham um papel crucial no desenvolvimento de habilidades e de competências essenciais para o mercado de trabalho. Assim sendo, a educação é fundamental para atender às demandas empresariais, garantindo uma força de trabalho competente, inovadora, flexível e ética, essencial para o sucesso em um ambiente de trabalho dinâmico e competitivo.

O vasto território do Brasil apresenta desafios significativos no campo da educação devido à sua extensão geográfica e às disparidades regionais. Com dimensões

continentais, o país abrange uma ampla diversidade cultural, socioeconômica e geográfica, o que influencia diretamente as práticas educacionais em diferentes regiões. Nesse cenário, a padronização e a normatização das abordagens pedagógicas são fundamentais para assegurar a equidade e a qualidade da educação em todo o território nacional. Entretanto, é importante destacar que cada Estado tem uma certa autonomia para adaptar seu currículo pedagógico, desde que esteja em conformidade com normas específicas. Essas normas incluem a Constituição de 1988 (CF-88), o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA), a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (Brasil, 1988, 1990, 1996, 2013).

Dentro da hierarquia legislativa do Estado do Paraná, são estabelecidos os padrões educacionais por meio de sua própria legislação. Os documentos oficiais que orientam o Novo Ensino Médio incluem o referencial curricular para o ensino médio no Paraná e o referencial curricular para formação geral básica. Além disso, há diretrizes para os itinerários formativos eletivos, que se segmentam em “línguas e suas tecnologias, ciências humanas e sociais aplicadas” e “matemática e suas tecnologias, ciências da natureza e suas tecnologias” (Paraná, 2021).

Ao relacionar as normativas legais, tanto em âmbito nacional quanto estadual, que regulam o sistema educacional, especificamente no contexto do Novo Ensino Médio, este estudo pretende examinar, mesmo que de forma concisa, cada uma dessas legislações. O objetivo é entender como essas leis podem se relacionar à implementação de um currículo que incorpore a inovação no contexto da PI. É importante ressaltar que este estudo adota a perspectiva de que o acesso ao conhecimento sobre inovação e tecnologia é parte integrante de uma educação emancipatória, que contribui para a formação de indivíduos socialmente ativos e produtivos.

No contexto do processo emancipatório social, o papel da docência é fundamental na formação de um corpo discente que busca ocupar um papel ativo na sociedade, seja no âmbito familiar, acadêmico ou profissional. No entanto, para desempenhar efetivamente esse papel, a docência também precisa ser emancipada. Nesse sentido, a inclusão da temática de inovação e PI é uma ferramenta essencial no processo de emancipação. Conforme exemplificado por Demo (2006, p. 78), “[...] através da emancipação e da educação, o indivíduo adquire a capacidade de compreender que problemas como a pobreza não são meramente resultado de má sorte, mas sim de injustiças sociais”.

A Constituição Federal, ao tratar da competência comum entre União, Estados, Distrito Federal e Municípios, estabelece como obrigação [deles]: “[...] proporcionar

os meios de acesso à cultura, à educação, à ciência, à tecnologia, à pesquisa e à inovação” (Brasil, 1988, art. 23).

A Constituição Federal também estabelece em seu capítulo III, que trata da educação, cultura e desporto, que:

A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho (Brasil, 1988, art. 205).

A Constituição Federal, ainda, estabelece em seu capítulo IV, que trata da ciência, tecnologia e inovação, que:

O Estado promoverá e incentivará o desenvolvimento científico, a pesquisa, a capacitação científica e tecnológica e a inovação. [Redação dada pela EC n. 85/2015].

§ 1º A pesquisa científica básica e tecnológica receberá tratamento prioritário do Estado, tendo em vista o bem público e o progresso da ciência, tecnologia e inovação. [Redação dada pela EC n. 85/2015].

§ 2º A pesquisa tecnológica voltará-se-á preponderantemente para a solução dos problemas brasileiros e para o desenvolvimento do sistema produtivo nacional e regional.

§ 3º O Estado apoiará a formação de recursos humanos nas áreas de ciência, pesquisa, tecnologia e inovação [...]. (Brasil, 1988, art. 208).

Como aponta Tomas *et al.* (2005, p. 199, *apud* Carvalho e Thomé, 2015, p. 11):

[...] a propriedade intelectual é considerada um fator emancipador social, uma vez que atende às suas funções sociais, como disposto no artigo 5º, inciso XXIII e art.170, inciso III da Constituição Federal de 1988, bem como no art. 2º da Lei 9.279/96. Nesse contexto, o conceito de função social, cunhado pelo jurista Leon Duguit, e influenciado pelo Positivismo de Comte, destaca que todo ser humano tem uma função social a desempenhar, devendo desenvolver sua individualidade física, moral e intelectual ao máximo possível. Além disso, Duguit argumenta que a propriedade não é um direito absoluto, mas sim uma função social indispensável para a prosperidade e grandeza da sociedade [...].

Por sua vez, o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA), estabelece que: “A criança e o adolescente têm direito à educação, visando ao pleno desenvolvimento de sua pessoa, preparo para o exercício da cidadania e qualificação para o trabalho [...]” (Brasil, 1990, art. 53).

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) reforça o conceito de “[...] uma educação emancipatória, tanto no contexto da prática social quanto no do trabalho, estabelecendo-a como um dever comum entre a família e o Estado” (Brasil, 1996). Além disso, a LDB enfatiza o papel da educação na resolução de problemas, indicando-a como responsável por promover inovações. O conceito evidenciado na LDB é o de:

[...] que apresenta os conceitos de componentes curriculares ligados à inovação tecnológica nos estudos de Linguagens e suas tecnologias, Matemática e suas tecnologias, e Ciências da Natureza e suas tecnologias. Essa inclusão reflete a compreensão de que a inovação tecnológica está intrinsecamente relacionada ao progresso das áreas de conhecimento mencionadas (Brasil, 1996, art. 35).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) “[...] estabelece a inclusão da abordagem de temas transversais em sala de aula [...]” (Brasil, 2018, p. 18), o que pode ser amplamente fortalecido pela inovação e tecnologia. A integração de temas transversais, proporciona uma visão mais ampla e contextualizada do conhecimento, permitindo que os educandos desenvolvam habilidades essenciais para lidar com desafios complexos da sociedade contemporânea. A inovação e a tecnologia desempenham um papel fundamental nesse contexto, pois permitem o acesso a recursos educacionais avançados, métodos de ensino interativos e ferramentas colaborativas que enriquecem o processo de aprendizagem. Além disso, a utilização de tecnologia na abordagem de temas transversais pode promover a interdisciplinaridade, estimulando a conexão entre diferentes áreas do conhecimento e incentivando a criatividade dos alunos na busca por soluções inovadoras para os problemas do mundo real.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) definem a inovação no âmbito pedagógico como: “[...] relações entre conhecimento e trabalho exigem capacidade de iniciativa e inovação e, mais do que nunca, a máxima ‘aprender a aprender’ parece se impor à máxima ‘aprender determinados conteúdos’” (Brasil, 1997, p. 44).

Os PCNs definem que a aprendizagem baseada em inovação e tecnologia é defendida como emancipatória, pois, embora a tecnologia possa centralizar o conhecimento e o capital, ela também oferece oportunidades de inclusão e de capacitação. Ao promover o uso crítico e criativo da tecnologia, é possível capacitar os indivíduos para produzirem e transformarem conhecimento de forma autônoma:

Ao mesmo tempo que a tecnologia contribui para aproximar as diferentes culturas, aumentando as possibilidades de comunicação, ela também gera

a centralização na produção do conhecimento e do capital, pois o acesso ao mundo da tecnologia e informação ainda é restrito a uma parcela da população planetária. Há uma grande distância entre os indivíduos que dominam a tecnologia, os que são apenas consumidores e os que não têm condições nem de consumir, pois não têm acesso às novas tecnologias da informação e comunicação. Ter informação não significa ter conhecimento. Se, por um lado, o conhecimento depende de informação, por outro, a informação por si só não produz novas formas de representação e compreensão da realidade (Brasil, 1997, p. 136).

Após uma breve reflexão sobre as legislações federais relacionadas à inovação no contexto tecnológico e de PI, o presente estudo se dedica ao exame das legislações do Estado do Paraná pertinentes à educação, com foco na inovação. Busca-se fundamentar a necessidade de implementar conceitos de PI no currículo estadual. Esse processo permite que se compreenda não apenas as diretrizes gerais estabelecidas em nível nacional, mas também as especificidades e as adaptações legislativas adotadas no âmbito estadual, proporcionando uma visão mais completa e detalhada do arcabouço legal que orienta o sistema educacional.

Os referenciais curriculares para o ensino médio no Paraná estabelecem como indissociáveis os campos curriculares de formação geral básica e itinerários formativos, tendo estes em comum a incumbência de preparar o estudante para atuar como sujeito autônomo socialmente, capaz de contribuir na solução de problemas específicos da sociedade.

Como apresentado no texto introdutório deste referencial, a estrutura curricular do Ensino Médio é composta de duas partes indissociáveis: a Formação Geral Básica (FGB) e os Itinerários Formativos (IF). Segundo a Resolução CNE/CEB n. 03/2018 (Brasil, 2018), os Institutos Federais (IF) são um conjunto de unidades curriculares

[...] que possibilitam ao estudante aprofundar seus conhecimentos e se preparar para o prosseguimento de estudos ou para o mundo do trabalho de forma a contribuir para a construção de soluções de problemas específicos da sociedade (Brasil, 2018, art. 6º).

Constituindo-se a parte flexível do currículo, o artigo 12 da mesma Resolução salienta que os IFs devem “[...] considerar as demandas e necessidades do mundo contemporâneo, estar sintonizados com os diferentes interesses dos estudantes e sua inserção na sociedade” (Brasil, 2018). Sob essa ótica, os IFs são destinados ao aprofundamento e à ampliação da aprendizagem na área do conhecimento ou na educação profissional e tecnológica

escolhida pelo estudante, objetivando [...] (Paraná, 2021, p. 19-20).

Para tanto, de acordo com o mesmo referencial curricular, o estudante deve agir fundamentado nos eixos contidos nos itinerários formativos, que possuem estreita relação com o contexto de inovação destacado neste estudo, abrangendo processos criativos, inventivos e de empreendedorismo. De acordo com o citado documento, “Os [IFs] devem ser elaborados a partir de quatro eixos estruturantes: Investigação Científica, Processos Criativos, Mediação e Intervenção Sociocultural e Empreendedorismo” (Paraná, 2021, p. 19-20).

Esse mesmo documento estabelece ainda que:

Essas habilidades, integradas ao processo de ensino-aprendizagem, propiciam a investigação da realidade a partir do conhecimento acumulado pela humanidade, utilizando-se soluções inovadoras e criativas, a fim de que possam contribuir com a sociedade por meio de ações que estão em consonância com o projeto de vida do estudante (Paraná, 2021, p. 22).

Um aspecto crucial abordado neste estudo é a necessidade de integrar de maneira interdisciplinar o tema da Inovação e PI no currículo do Novo Ensino Médio. Em consonância com essa perspectiva, o referido referencial curricular, sobre a interdisciplinaridade, estabelece que: “[...] a oferta dos IFs deve ser realizada a partir de diferentes arranjos curriculares e que a interdisciplinaridade é um princípio fundamental para a articulação curricular” (Paraná, 2021, p. 25).

É fundamental destacar que tanto o documento que aborda os componentes curriculares da educação básica geral quanto os documentos dos itinerários formativos em “línguas e suas tecnologias, ciências humanas e sociais aplicadas” e “matemática e suas tecnologias, ciências da natureza e suas tecnologias” enfatizam constantemente a importância de integrar inovação e a tecnologia nesses conteúdos (Paraná, 2023).

No entanto, o documento não define de forma direta e explícita como essa relação específica deve ser estabelecida. Nessa linha, este estudo defende que é fundamental estabelecer um debate crítico e permanente sobre o tema da Inovação e PI no contexto do currículo escolar no ensino médio. A Inovação e a PI são pilares essenciais para o desenvolvimento econômico e social de um povo, influenciando diretamente a competitividade e o progresso tecnológico. Ao introduzir esses temas no currículo escolar, os alunos são expostos desde cedo a conceitos que são fundamentais para a sociedade contemporânea.

Reitera-se que a referida prospecção no currículo oficial do Novo Ensino Médio do Paraná evidenciou um paradoxo

relevante no que concerne à demanda interdisciplinar para a inclusão de elementos de inovação, tecnologia e empreendedorismo nas temáticas dos componentes curriculares/disciplinas, pois ele não possui apontamentos do estudo do conhecimento específico de PI. Dessa forma, este trabalho propõe a seguinte reflexão: como garantir uma formação completa em inovação e empreendedorismo sem incorporar o estudo e compreensão, mesmo que básico, da PI no processo de ensino e aprendizagem no Novo Ensino Médio? A integração da PI ao currículo permitiria aos alunos compreender não apenas a criação e a aplicação de novas tecnologias e ideias, mas também os aspectos legais, éticos e estratégicos relacionados à proteção e à valorização dessas criações. Essa abordagem mais abrangente contribuiria significativamente para a formação de indivíduos capacitados a atuar de forma consciente, responsável e competitiva no cenário atual, promovendo não apenas a inovação, mas também a valorização e a proteção do conhecimento e das criações intelectuais.

Nessa visão, é essencial alinhar a educação às necessidades contemporâneas da sociedade e do mercado, já que a inovação e a PI têm papéis fundamentais. Ao integrar esses temas ao currículo, as escolas asseguram que os alunos desenvolvam as habilidades e os conhecimentos requeridos para enfrentar os desafios e aproveitar as oportunidades em um mundo cada vez mais impulsionado pela tecnologia, criatividade e pela inovação.

3.4 Prospectando Materiais Didáticos: suprindo uma possível lacuna educacional sobre Propriedade Intelectual no Novo Ensino Médio no Paraná

A Tabela 1 exibe uma prospecção detalhada de materiais didáticos correlacionados ao tema Inovação no contexto de PI, e foi realizada mediante consulta específica às bases de dados oficiais da Secretaria de Estado de Educação do Paraná (SEED). Essa prospecção busca identificar recursos educacionais disponíveis que abordem de forma específica e contextualizada os conceitos e as práticas relacionados ao tema Inovação no contexto de PI, fornecendo uma visão abrangente das ferramentas disponíveis para apoiar o ensino e o aprendizado dos alunos no âmbito da educação paranaense.

Como principais fontes oficiais para a busca de materiais didáticos da SEED, foram utilizados os seguintes canais: Livros Didáticos Digitalizados, Cadernos Temáticos, informações do *site* RCO+Aulas, Cadernos de Boas Práticas e Portal Dia-a-dia Educação. Este último, em particular, hospeda todos os canais e materiais mencionados, proporcionando acesso público, direto e organizado a uma variedade de recursos educacionais relevantes para o contexto escolar paranaense.

Tabela 1 – Prospecção de materiais pedagógicos

TERMOS DE BUSCA	LIVROS DIDÁTICOS	CADERNOS TEMÁTICOS	RCO+AULAS	CADERNO DE BOAS PRÁTICAS	DIA-A-DIA EDUCAÇÃO
Livro didático e propriedade intelectual	00	00	00	00	00
Material didático e propriedade intelectual	00	00	00	00	00
Inovação e propriedade intelectual	00	00	00	00	00
Propriedade intelectual	00	00	00	00	00

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

Após ampla e detalhada prospecção, na qual a pesquisa empreendeu uma abordagem abrangente ao buscar materiais didáticos e textos pedagógicos que, mesmo de forma sucinta, abordassem o conhecimento de PI, constatou-se a inexistência de materiais didáticos que se relacionem ao tema. Vale ressaltar que o foco da prospecção não foi a busca específica por termos ou palavras-chave, mas sim a pesquisa para análise de possíveis materiais didáticos que se relacionassem ao tema de PI. Dessa forma, fica evidenciada a necessidade da implementação de amplo diálogo sobre o objeto de estudo e da reflexão proposta nesta pesquisa, que é a implementação do tema PI ao currículo do Novo Ensino Médio no Paraná.

4 Considerações Finais

Este estudo destacou a relevância de integrar conceitos relacionados à Inovação e à PI no currículo do Novo Ensino Médio, especialmente diante do cenário global de avanços tecnológicos e de uma economia baseada no conhecimento. A compreensão e a aplicação desses conhecimentos são fundamentais para o desenvolvimento de indivíduos que possam participar de forma ativa e positiva em seus contextos socioeconômicos, contribuindo tanto para seu próprio progresso quanto para o da sociedade em geral.

O ambiente educacional do ensino médio desempenha um papel crucial na preparação dos jovens para os desafios e as oportunidades de suas jornadas acadêmicas e profissionais. É pela educação, em suas diversas instâncias, que a sociedade evolui, adquirindo competências para enfrentar os desafios e aproveitar as oportunidades do mundo contemporâneo.

Este estudo analisou os desafios associados à implementação curricular do tema inovação e tecnologia no contexto de Propriedade Intelectual, utilizando prospecções bibliográficas para identificar dificuldades e obstáculos nesse processo. Observou-se que as legislações educacionais em vigor enfatizam a necessidade de abordar temas e

metodologias inovadoras, empreendedoras e tecnológicas, porém não vinculam explicitamente esses temas ao contexto específico de PI. É fundamental considerar que alunos que busquem ou possuam um perfil inovador, empreendedor e tecnológico devem adquirir conhecimentos básicos sobre PI para aproveitar plenamente suas capacidades e habilidades. No entanto, este estudo destacou, com recorte no ensino paranaense, a ausência de material oficial didático-pedagógico que atenda a essa demanda específica, o que limita a imersão dos alunos do Novo Ensino Médio nesse tema de maneira significativa, contextualizada e relevante.

Enfim, a integração do conhecimento de PI no currículo escolar tem um potencial impacto positivo significativo na formação dos alunos. Desenvolver habilidades científicas, técnicas empreendedoras e inovadoras é crucial para capacitá-los a enfrentar os desafios contemporâneos de maneira ativa. Os benefícios derivados desse estímulo podem ser amplos e substanciais, e entende-se que investir no conhecimento de PI não apenas representa uma estratégia econômica, mas também um investimento no futuro, garantindo o progresso e o desenvolvimento tecnológico e social contínuo não só de um sujeito, mas de uma nação.

5 Perspectivas Futuras

Como perspectivas futuras, espera-se que o debate em torno da revisão curricular e da abertura para a implementação do tema inovação no contexto de Propriedade Intelectual no ensino médio ganhe relevância, não apenas a nível estadual, mas a nível nacional, promovendo novas reflexões sobre os temas contemporâneos que devem estar contidos nos currículos escolares. Esse debate tem o potencial de contribuir significativamente para o desenvolvimento de técnicas pedagógicas voltadas para o referido tema, com o propósito de integrar de forma mais eficaz os conceitos de Inovação e de Propriedade Intelectual em um currículo interdisciplinar. Isso garantiria uma abordagem mais ampla e significativa para os alunos, com o objetivo final de melhorar o processo

de ensino e aprendizagem no ensino médio. Essas iniciativas contribuem para capacitar os alunos no enfrentamento de desafios do mundo contemporâneo de maneira abrangente e informada, preparando-os adequadamente para os cenários futuros.

Algumas propostas tangíveis para contribuir com a resolução das inconsistências identificadas neste estudo incluem a revisão do referencial curricular paranaense, explicitando a adição do tema PI no currículo do Novo Ensino Médio; e proposição de desenvolvimento de materiais didáticos e de recursos educacionais específicos que abordem de forma clara e contextualizada os temas de PI; e a implementação de programas de capacitação e de atualização para os professores, com o intuito de habilitá-los para que abordem de maneira eficaz e atualizada os temas de Inovação e Propriedade Intelectual em sala de aula.

É igualmente importante promover parcerias entre instituições educacionais, órgãos governamentais, empresas e entidades de setores públicos e privados para desenvolver programas educacionais e projetos que enfatizem a importância da PI no contexto atual. Além disso, sugere-se a implementação de mecanismos de avaliação externas e internas com o objetivo de monitorar de forma contínua o impacto da integração desses temas no currículo do Novo Ensino Médio, permitindo ajustes e melhorias conforme se mostrarem necessários. Por fim, reitera-se a ideia de que investir no conhecimento de Propriedade Intelectual é mais do que uma estratégia econômica, é um investimento no futuro, garantindo o progresso.

Referências

- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 13 abr. 2024.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**: Resolução CNE/CEB n. 03/2018. Brasília, DF: MEC, 2018.
- BRASIL. **Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA)**: Lei Federal n. 8.069, de 13 de julho de 1990. Rio de Janeiro: Imprensa Oficial, 1990.
- BRASIL. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Brasília, DF: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão, Conselho Nacional da Educação, 2013.
- BRASIL. Lei n. 9.394/96, de 20 de dezembro de 1996. Dispõe sobre diretrizes e bases da educação nacional. **Diário da União**, Brasília, DF, 1996.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática**. Brasília, DF: Ministério da Educação e do Desporto: Secretaria de Educação Fundamental, 1997.
- CARVALHO, Thiago Moreira de; THOMÉ, Karim Marini. A função social do direito de propriedade intelectual brasileiro segundo uma perspectiva sociológica econômica. **Direito em Ação-Revista do Curso de Direito da UCB**, [s.l.], v. 14, n. 1, 2015.
- DEMO, Pedro. **Pesquisa princípio científico e educativo**. São Paulo: Cortez, 2006.
- FINEP – FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS. **Manual de Oslo**: diretrizes para a coleta e interpretação de dados sobre inovação tecnológica. 3. ed. [S.l.]: Finep, 2006.
- PARANÁ. **Caderno de Itinerários Formativos**: ementa das unidades curriculares ofertadas. Paraná: EduFuturo, 2023. Disponível em: <https://acervodigital.educacao.pr.gov.br/pages/download.php?direct=1&noattach=true&ref=49298&ext=pdf&k=285a216f38>. Acesso em: 3 mar. 2024.
- PARANÁ. **Referencial curricular para o ensino médio do Paraná**. Curitiba, PR: SEED-PR, 2021. Disponível em: https://www.educacao.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2021-08/referencial_curricular_novoem_11082021.pdf. Acesso em: 3 mar. 2024.
- PIOVESAN, Armando; TEMPORINI, Edméa Rita. Pesquisa exploratória: procedimento metodológico para o estudo de fatores humanos no campo da saúde pública. **Revista de Saúde Pública**, [s.l.], v. 29, p. 318-325, 1995.
- QUEIROZ, Layde Dayelle dos Santos. **Formação em propriedade intelectual no ensino médio técnico**. 2021. 107f. Dissertação (Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2021.

Sobre os Autores

Wilton Lucas Maximiano

E-mail: wilton.maximiano@escola.pr.gov.br

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-6119-6624>

Mestre em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação pela Unicentro.

Endereço profissional: Secretaria de Estado da Educação do Paraná, Avenida Presidente Kennedy, n. 2.511, Guaíra, Curitiba, PR. CEP: 80610-011.

Paulo Rogério Pinto Rodrigues

E-mail: prprodriques@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8383-7225>

Doutor em Química (Físico-Química) pela Universidade de São Paulo.

Endereço profissional: Universidade Estadual do Centro-Oeste, Centro de Ciências Exatas e Naturais, Departamento de Química, Alameda Élio Antonio Dalla Vecchia, n. 838, Vila Carli, Guarapuava, PR. CEP: 85040-167.

Estratégias para a Construção de uma Vitrine Tecnológica: uma abordagem baseada em *benchmarking*

Strategies for Building a Technological Showcase: a benchmarking-based approach

Guilherme Salm Duarte¹, Clarissa Stefani Teixeira¹, Denise Salm²

¹Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil

²Faculdade Municipal de Palhoça, Palhoça, SC, Brasil

Resumo

Este artigo aborda a importância das vitrines tecnológicas nas universidades brasileiras para promover a transferência de tecnologia e a inovação. A pesquisa investigou a abordagem das principais universidades brasileiras em relação à apresentação de seus ativos de propriedade intelectual em suas vitrines. A metodologia envolveu a análise documental das plataformas virtuais das 100 universidades de destaque no Brasil, conforme aponta o *ranking* da *Folha de São Paulo*, utilizando critérios para a caracterização das vitrines, como ser exclusivamente virtual, representar toda a universidade, possuir pelo menos dois tipos de ativos de propriedade intelectual e facilitar a identificação dos ativos passíveis de transferência de tecnologia. Os resultados revelaram que apenas 15 universidades (15%) mantêm vitrines ativas, muitas das quais apresentam deficiências na organização e na divulgação das informações. No entanto, algumas instituições se destacaram por suas práticas, demonstrando uma abordagem transparente e atrativa na exposição de seus ativos.

Palavras-chave: Vitrines Tecnológicas; Estratégia; Inovação.

Áreas Tecnológicas: Gestão da Propriedade Intelectual. Transferência de Tecnologia. Inovação Tecnológica.

Abstract

The article addresses the importance of technological showcases in Brazilian universities to promote technology transfer and innovation. The research investigated the approach of the main Brazilian universities regarding the presentation of their intellectual property assets in these showcases. The methodology involved a documentary analysis of the virtual platforms of the top 100 universities in Brazil, according to the *Folha de São Paulo* ranking, using criteria to characterize the showcases, such as being exclusively virtual, representing the entire university, having at least two types of intellectual property assets, and facilitating the identification of assets eligible for technology transfer. The results revealed that only 15 universities (15%) maintain active showcases, many of which exhibit deficiencies in organization and dissemination of information. However, some institutions stood out for their practices, demonstrating a transparent and attractive approach in showcasing their assets.

Keywords: Technological Showcases; Strategy; Innovation.



1 Introdução

Desde o início da década de 1990, a sociedade vem passando por uma mudança de perspectiva, cujo poder econômico, que antes se baseava principalmente na agricultura e, conseqüentemente, na indústria, não é mais o único protagonista. Essa nova sociedade é marcada pela emergência do conhecimento e da criatividade como alicerces para o progresso e o avanço, seja ele organizacional ou não. E para se manterem competitivas, as organizações devem gerenciar com eficácia seu capital intelectual (Stewart, 1998) e conhecimento (Takeuchi; Nonaka, 2008), impulsionando, assim, a inovação (ISO, 2019).

Pesquisadores em todo o mundo buscam compreender como diversas configurações sociais, institucionais e geográficas influenciam o desenvolvimento da inovação. Como exemplo dessas configurações, é possível citar: *habitats* de inovação (Rogers, 1983); sistemas de inovação (Freeman, 1987); ecossistemas de negócio (Moore, 1993); hélices e seus desdobramentos (Etzkowitz; Leydesdorff, 1995; Carayannis; Campbell, 2009) e ecossistemas de inovação (Adner, 2006).

Em muitas dessas configurações, a universidade desempenha um papel crucial, seja como ator institucional ou por meio de suas estruturas que se encaixam em certos arranjos. Por exemplo, os Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs) que são vistos como um *habitat* de inovação (Souza; Teixeira, 2022), enquanto a universidade é um dos principais atores na teoria das hélices (Etzkowitz; Leydesdorff, 1995), destacando seu papel na promoção da inovação.

No entanto, é importante ressaltar que a universidade sozinha não pode garantir a aplicação da inovação na sociedade; são necessários outros atores para viabilizar esse processo (Etzkowitz; Leydesdorff, 1995). Nesse contexto, muitos acadêmicos exploram a interação entre universidade e empresa como uma forma de superar a fronteira acadêmica e de facilitar a transferência de conhecimento e inovação para o mundo empresarial.

Em 2004, foi promulgada a Lei n. 10.973, que dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo brasileiro definindo a inovação como:

[...] introdução de novidade ou aperfeiçoamento no ambiente produtivo e social que resulte em novos produtos, serviços ou processos ou que compreenda a agregação de novas funcionalidades ou características a produto, serviço ou processo já existente que possa resultar em melhorias e em efetivo ganho de qualidade ou desempenho (Brasil, 2004, art. 2º, inciso IV).

Posteriormente, a Lei do Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação, Lei n. 13.243/2016, desempenhou um papel importante ao incentivar a formação de ambientes favoráveis para a inovação e as atividades de transferência de tecnologia nas Instituições Científicas e Tecnológicas (ICTs) (Brasil, 2016).

No entanto, ainda existem obstáculos para que essa interação ocorra de fato. Krepsky (2023) aponta que apenas uma em cada três empresas no Brasil está verdadeiramente envolvida em atividades inovadoras. Além disso, no contexto brasileiro, a inovação tende a se concentrar mais em processos do que em produtos, diferentemente de países desenvolvidos, em que a ênfase da inovação está mais nos produtos.

Nesse contexto, a transferência de tecnologia desempenha um papel fundamental no processo de modernização de um país, não bastando apenas gerar tecnologia, mas também transferi-la do ambiente de origem para o de aplicação (Oliveira, 2003). Parker e Zilberman (1993, p. 89, tradução nossa) definem a transferência de tecnologia como: “[...] um processo no qual o conhecimento, informações e inovações são transmitidos de uma universidade, instituto ou laboratório governamental para indivíduos ou empresas privadas e mistas”. Essa definição ampla vai ao encontro da missão das ICTs como as criadoras do bem público e as diferentes formas de transferência de tecnologia realizadas por elas, como a transferência de informação (conferências e publicações), as atividades educacionais e de treinamento, além de consultorias, patenteamento, licenciamentos e criação de empresas *startups* (Closs; Ferreira, 2012).

Atualmente, os níveis competitivos do mercado exigem atualizações constantes em diversas áreas e a busca por mecanismos alternativos que promovam a transferência de tecnologia. Isso inclui a criação de estratégias para a divulgação dos resultados de pesquisa, com uma interação entre os diversos atores envolvidos no processo (Alves, 2009). A divulgação eficaz da produção tecnológica das universidades por meio de feiras tecnológicas, espaços de demonstração, bases de dados, catálogos tecnológicos e vitrines tecnológicas desempenha um papel crucial na promoção do desenvolvimento e de inovação na sociedade (Moreira; Lucas; Gonçalo, 2019).

Vitrines tecnológicas são definidas como importantes canais de comunicação, pois reúnem os principais ativos de inovação gerados pelas universidades (Medeiros; Souto; Silva, 2019). Além de promoverem a imagem e mostrarem o potencial de inovação da instituição, elas também podem possibilitar a construção de parcerias para transferência de tecnologia (Pires, 2018).

Santos (2017) destaca que o uso de vitrine tecnológica está se tornando uma prática comum entre as ICTs para divulgar os ativos intangíveis desenvolvidos por

seus pesquisadores, visando atrair parceiros para o desenvolvimento e para a transferência de tecnologia. O autor ressalta também a importância de manter esses espaços de divulgação constantemente atualizados, levando em consideração a percepção tanto do público interno quanto externo das ICTs.

Cabe ressaltar que a vitrine tecnológica não deve ser apenas uma ferramenta que reúne os principais ativos e facilitar a comunicação para estabelecer parcerias e desenvolver soluções inovadoras conjuntas. Ela deve desempenhar um papel de promotora do potencial de inovação da instituição e fortalecer a imagem da universidade para com a sociedade (Pires, 2018; Tavares; Pedrosi Filho, 2020; Santana, 2022). Portanto, sua eficácia depende do engajamento do público interno e externo (Santos, 2017). E, ao promover um ambiente que promova todas essas ações, a interação universidade-empresa é fortalecida, e, conseqüentemente, a transferência de tecnologia é facilitada, trazendo benefícios para toda a sociedade.

Nesse contexto, surge o seguinte questionamento: *Como são abordados os ativos de propriedade intelectual nas vitrines tecnológicas das universidades brasileiras?* Compreender como ocorre a dinâmica de uma vitrine tecnológica é fundamental para fortalecer a interação universidade-empresa e possibilitar que ocorra de forma eficiente a transferência de tecnologia.

2 Metodologia

Um *benchmarking*, segundo Aragão e Carvalho (2014), é um processo de análise e comparação das práticas de outras organizações para identificar oportunidades de melhoria e aplicá-las de forma adaptada e eficaz na própria organização, com o objetivo de melhorar continuamente o desempenho operacional.

Nesse sentido, para guiar esta pesquisa, é fundamental estabelecer parâmetros claros que orientem a metodologia empregada. Portanto, os autores deste artigo definem as Vitrines Tecnológicas como: espaços virtuais dedicados ao compartilhamento dos ativos intelectuais de uma Instituição de Ensino Superior (IES), que podem ou não fazer parte do NIT e devem facilitar a interação entre a universidade e as empresas, oferecendo recursos que promovam essa relação, como a disponibilidade de tecnologias para licenciamento e a capacidade de solicitar desenvolvimento tecnológico sob encomenda.

Além disso, é crucial que esses espaços sejam ergonomicamente projetados com informações organizadas, de maneira a promover uma experiência eficaz ao usuário e valorizar o capital intelectual gerado pela instituição. A má disposição da informação pode prejudicar a promoção e a identificação das ações desenvolvidas pela instituição,

as quais são essenciais para impulsionar o desenvolvimento social e econômico.

Dessa forma, o estudo abrangerá as 100 universidades de destaque no Brasil, de acordo com o *ranking* geral universitário publicado pela *Folha de São Paulo*. Esse *ranking* leva em consideração dados nacionais e internacionais, obtidos por meio de pesquisas de opinião conduzidas pelo *Datafolha*, abrangendo cinco áreas: pesquisa, ensino, mercado, internacionalização e inovação (Folha de São Paulo, 2023).

Após a definição da base de dados, foram estabelecidos alguns critérios a partir da definição de vitrine tecnológica apresentada no início desta seção. Assim, para que um espaço seja considerado uma vitrine tecnológica, ele deve atender aos seguintes requisitos:

- a) ser exclusivamente virtual, sem qualquer componente físico (*website*);
- b) representar toda a universidade, sem focar em segmentos específicos, como programas de pós-graduação, grupos de pesquisa ou laboratórios;
- c) possuir pelo menos dois itens de propriedade intelectual dos quatro utilizados como base para pesquisa (patente, licença de *software*, cultivar e desenho industrial); e
- d) facilitar a identificação de ativos que sejam passíveis de realizar a transferência de tecnologias para a comunidade externa à universidade, seja ela pública ou privada.

Quanto à natureza da pesquisa, esta é aplicada, pois objetiva gerar conhecimentos voltados para a resolução de problemas específicos, ou seja, para aplicação prática. Portanto, a pesquisa está relacionada a questões e necessidades locais (Rodrigues; Neubert, 2023).

Os objetivos são descritivos e exploratórios: descritivos, pois pretendem descrever as características de uma determinada população ou fenômeno, e podem ser elaboradas com o intuito de identificar relações entre variáveis (Gil, 2017); e exploratórios, por apresentar um plano flexível que viabiliza a análise do tema sob múltiplos prismas e facetas, incluindo a consulta de fontes bibliográficas, entrevistas com indivíduos familiarizados com o problema em estudo e a análise de exemplos para tornar a compreensão mais acessível (Prodanov; Freitas, 2013).

Sua abordagem é qualitativa, pois envolve a interpretação subjetiva, a análise e consideração das relações para atribuir significado ao fenômeno investigado e não precisa necessariamente de métodos estatísticos, mas exige a padronização dos registros e de análises (Rodrigues; Neubert, 2023).

E, por fim, o procedimento utilizado foi análise documental, uma vez que fez uso de materiais publicados das mais diversas origens (Gil, 2017). Por meio do Quadro 1, é possível visualizar a síntese da classificação desta pesquisa.

Quadro 1 – Classificação da pesquisa

QUANTO À NATUREZA	QUANTO AOS OBJETIVOS	QUANTO À ABORDAGEM	QUANTO AOS PROCEDIMENTOS
Aplicada	Descritivos e Exploratórios	Qualitativa	Análise Documental

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2024)

Com isso, espera-se identificar como são apresentados os ativos intelectuais nas vitrines tecnológicas das principais universidades brasileiras para que se possa compreender as melhores práticas e os elementos-chave que promovem sua eficácia. A próxima seção descreve a realização da pesquisa e os resultados alcançados por meio da metodologia apresentada.

3 Resultados e Discussão

A análise revelou que, entre as 100 universidades examinadas, apenas 15 possuem vitrines tecnológicas, indicando uma subutilização dessa abordagem para promover os ativos de propriedade intelectual das universidades. Esse cenário sugere uma lacuna na estratégia de divulgação e compartilhamento de tecnologias desenvolvidas, já que muitas universidades podem estar perdendo oportunidades de destacar suas contribuições para o desenvolvimento científico e tecnológico (Moreira; Lucas; Gonçalves, 2019).

Além disso, apenas cinco dessas vitrines tecnológicas abordam os quatro tipos de ativos utilizados como base para pesquisa, evidenciando uma falta de abordagem dos recursos intelectuais das universidades, como demonstrado no Quadro 2.

É importante ressaltar que, entre as 10 principais universidades listadas, apenas três não implementaram vitrines tecnológicas: a Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp), a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e a Universidade Federal do Paraná (UFPR). Essa constatação é preocupante, especialmente considerando que o *ranking* geral abrange critérios como ensino, pesquisa, mercado, inovação e internacionalização, nos quais as três universidades demonstram resultados satisfatórios. Portanto, sendo pouco provável que essas instituições não possuam ativos de propriedade intelectual para serem expostos.

Quadro 2 – Distribuição de ativos disponíveis nas vitrines

UNIVERSIDADE	PATENTE	LICENÇA DE SOFTWARE	CULTIVAR	DESENHO INDUSTRIAL
Universidade de São Paulo (USP)	Sim	Sim	Sim	Sim
Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)	Sim	Sim	Sim	Sim
Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)	Sim	Sim	Sim	Sim
Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)	Sim	Não	Sim	Sim
Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG)	Sim	Não	Sim	Sim
Universidade de Brasília (UNB)	Sim	Sim	Não	Sim
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)	Sim	Sim	Não	Não
Universidade Federal de Viçosa (UFV)	Sim	Sim	Sim	Não
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)	Sim	Sim	Não	Não
Universidade Federal do Ceará (UFC)	Sim	Sim	Não	Sim
Universidade Federal de Uberlândia (UFU)	Sim	Sim	Sim	Sim
Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT)	Sim	Sim	Sim	Não
Universidade Federal de Alfenas (Unifal-MG)	Sim	Sim	Não	Não
Universidade do Extremo Sul Catarinense (Unesc)	Sim	Sim	Sim	Sim
Universidade Estadual do Centro Oeste (Unicentro)	Sim	Não	Não	Sim

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2024)

A falta de desenvolvimento e de manutenção das vitrines tecnológicas por parte das universidades afeta diretamente a eficácia da interação universidade-empresa. Muitas vezes, as informações apresentadas são escassas, não refletem adequadamente o potencial das tecnologias desenvolvidas e não incentivam a interação com o setor empresarial (Tavares; Pedrosi Filho, 2020).

Outro ponto a ser destacado é que muitos desses ativos abordados no quadro são apresentados como parte do NIT, uma vez que a vitrine está inserida dentro do próprio *website* do NIT, ao invés de fazerem parte da estrutura principal da vitrine tecnológica. Além disso, a identificação desses ativos, muitas vezes, é dificultada pela estrutura da plataforma, atrapalhando a identificação de informações, por parte dos interessados (Medeiros; Souto; Silva, 2019). Por exemplo, na vitrine tecnológica da Unesc, as patentes solicitadas estão mescladas no meio do repositório de grupos de pesquisa, o que pode confundir os usuários em busca de tecnologias específicas, conforme ilustra a Figura 1.

Outro caso é a UFU, cuja vitrine tecnológica, apesar de abrigar os quatro ativos de propriedade intelectual norteadores desta pesquisa, não possui uma atratividade visual. Ao navegar pela plataforma, os usuários podem encontrar dificuldades para acessar os ativos devido à disposição das informações.

Abordando ainda essa temática, outra vitrine que, embora apresente um acervo de patentes e *softwares* de computador, possui ausência de recursos visuais ou gráficos que possam atrair a atenção do usuário e tornar a informação mais acessível e atraente é a da UFRN. As informações são dispostas em formato de texto simples, muitas vezes limitadas apenas ao nome do ativo e a uma breve descrição. Um exemplo preocupante dessa falta de organização é o caso do ativo “Amostrador passivo e biosorvente [*sic*] de poluentes atmosféricos”, cuja descrição é: “Em construção”; evidenciando uma falta na apresentação e na atualização dos dados, conforme ilustra a Figura 2.

Figura 1 – Vitrine Tecnológica da Unesc



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

Figura 2 – Ativo que apresenta a descrição “em construção”

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

Em contrapartida, a UFRGS se destaca por sua vitrine tecnológica, uma plataforma que apresenta de forma clara e concisa os ativos de propriedade intelectual da instituição. Na vitrine, são exibidas as tecnologias desenvolvidas pela UFRGS, incluindo patentes recentes e outras tecnologias passíveis de transferência, abarcando informações como aplicação e vantagens do ativo. Além disso, no campo institucional da vitrine, aborda-se o papel desta como elo entre a academia e a sociedade.

De acordo com Medeiros, Souto e Silva (2019), a divulgação dos ativos deve ir além da exposição de seus detalhes técnicos, já que deve ser utilizada uma linguagem comercial, que proporcione a atração de potenciais parceiros interessados em desenvolver ou adotar essas tecnologias. Por meio da vitrine tecnológica da UFRGS, fica evidenciado o objetivo da Universidade em estabelecer conexões com empresas, governos e outras instituições, facilitando a transferência de tecnologia e impulsionando a inovação.

Cabe destacar, também, que o *site* da vitrine está disponível em português e em inglês, ampliando sua visibilidade e facilitando a conexão das tecnologias desenvolvidas pela UFRGS com o mercado global, exemplificando o papel ativo que a Universidade pode desempenhar na promoção do desenvolvimento tecnológico e na criação de impacto na sociedade.

Já a Universidade Estadual de Campinas se destaca pela estruturação de sua vitrine, ao facilitar o acesso à

informação sobre as tecnologias de seu portfólio. Em relação às patentes, a plataforma disponibiliza informações abrangentes, como os benefícios e as características da patente, os inventores envolvidos, o problema solucionado pela invenção e as possíveis aplicações da tecnologia.

A abordagem da UFRJ em sua vitrine tecnológica também merece destaque. Ao oferecer uma explicação inicial sobre a transferência de tecnologia, a UFRJ demonstra um compromisso em fornecer informações importantes sobre o processo de transferência de tecnologia aos usuários (Silva; Ribeiro; Santana, 2022). No que diz respeito ao conteúdo do seu portfólio, a UFRJ apresenta uma síntese da problemática que a tecnologia pretende resolver, seguida de uma descrição detalhada da solução oferecida. Ao destacar os benefícios da tecnologia, seu diferencial e o público-alvo, a Universidade fornece uma visão das potenciais aplicações e do valor agregado da tecnologia (Medeiros; Souto; Silva, 2019).

Além disso, caso o usuário tenha necessidade, ele pode entrar em contato com a instituição para solicitar informações ou até mesmo licenciar a tecnologia. Facilitando, assim, a comunicação e permitindo que potenciais interessados façam perguntas ou solicitem informações adicionais de forma direta e rápida.

O caso da UNB demonstra uma abordagem abrangente e transparente em relação à sua vitrine tecnológica e ao processo de transferência de tecnologia. Há uma seção dedicada dentro do *site* do NIT para a vitrine tecnológica.

Algo que merece destaque, é a abordagem da Universidade sobre o processo de transferência de tecnologia. Dentro da seção, é possível acessar informações sobre: contratos de cessão de tecnologia, licenciamento de uso de tecnologia, licenciamento de tecnologia para exploração comercial, transferência de *know-how* e distribuição de *royalties*, conforme ilustra a Figura 3.

Ao fornecer informações detalhadas sobre os diferentes aspectos da transferência de tecnologia em seu *site*, a UNB demonstra um compromisso em promover a transparência e facilitar o entendimento do processo por parte do público externo. A inclusão de informações sobre contratos de

cessão de tecnologia, licenciamento de uso de tecnologia, licenciamento de tecnologia para exploração comercial, transferência de *know-how* e distribuição de *royalties* oferece uma visão abrangente das opções disponíveis para colaboração e comercialização de tecnologias desenvolvidas pela universidade (Silva; Ribeiro; Santana, 2022).

A abordagem adotada pela UFMG em sua vitrine tecnológica é notável por sua abrangência e pela variedade de recursos disponibilizados para os interessados em suas tecnologias. Além da listagem de ativos, há uma opção para entrar em contato e solicitar informações sobre os ativos, visualizar vídeos explicativos e baixar os resumos executivos das tecnologias, conforme ilustra a Figura 4.

Figura 3 – Temáticas de transferência de tecnologia abordadas pela UNB



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

Esses recursos adicionais não apenas fornecem uma compreensão mais profunda das tecnologias oferecidas, mas também facilitam a comunicação e a interação entre a Universidade e potenciais interessados (Medeiros; Souto; Silva, 2019).

Contudo, na plataforma, há um campo designado para o registro de demandas que encaminha o usuário a um formulário. Esse formulário tem como objetivo possibilitar que as empresas expressem seu interesse em receber atualizações sobre as mais recentes tecnologias desenvolvidas na UFMG, organizadas por área de interesse. O intuito é simplificar o envio regular de *e-mails* contendo essas informações de forma clara e sucinta, aprimorando a comunicação entre as empresas e os pesquisadores da instituição. Entretanto, essa estratégia subutiliza o potencial da vitrine, pois, ao concentrar as informações sobre as tecnologias desenvolvidas apenas no envio por *e-mail*,

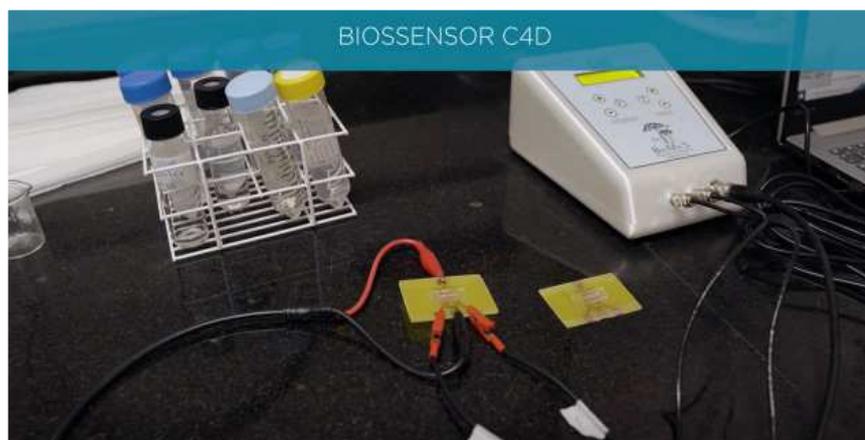
isso pode limitar o conhecimento dos usuários de novas descobertas devido à descentralização das informações.

Outro ponto a ser abordado é a incorporação de vídeos nas vitrines tecnológicas para apresentar as tecnologias desenvolvidas. Essa abordagem representa uma ferramenta para aumentar o engajamento dos usuários e promover uma compreensão mais aprofundada das tecnologias apresentadas (Santana, 2022). A UFMG, como já mencionado, e a USP têm utilizado essa estratégia para destacar os principais aspectos e benefícios de suas inovações. Esses vídeos fornecem uma visão mais dinâmica das tecnologias desenvolvidas, além de apresentarem os pesquisadores, como no caso da USP, também permitem que os espectadores compreendam melhor o contexto, a aplicabilidade e o potencial impacto das tecnologias desenvolvidas, conforme ilustra a Figura 5.

Figura 4 – Ficha de descrição de um dos ativos da UFMG

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

Adicionalmente, é importante ressaltar duas instituições que adotam abordagens incomuns em suas vitrines tecnológicas. A Fundação Universidade do Estado de Santa Catarina (Udesc) que apresenta as informações de ativos intelectuais de maneira estruturada e organizada, porém, essas informações não são apresentadas em um *website*, mas sim em painéis de Microsoft Power BI. E a UFRRJ que apresenta uma vitrine tecnológica, constituída de patentes e de programas de computador, disponibilizada apenas em

Figura 5 – Vídeo descritivo Biossensor C4D

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

formato de PDF, o que resultou na sua exclusão do processo de seleção.

Conforme destacado por Medeiros, Souto e Silva (2019), a falta de funcionalidade de vitrines tecnológicas torna a experiência do usuário limitada e dificulta a localização de informações específicas. Os autores observam que muitos desses *websites* se resumem a uma estrutura simplificada, geralmente baseada em arquivos em formato PDF, nos quais as informações sobre as tecnologias são disponibilizadas de forma estática e pouco interativa.

A falta de uma vitrine tecnológica, não só limita a visibilidade das universidades, mas também reduz suas oportunidades de colaboração e transferência de tecnologia. Um maior envolvimento das universidades na construção e na gestão das vitrines tecnológicas não apenas fortalecerá a interação com o setor empresarial, mas também contribuirá para a valorização e a transferência efetiva de tecnologia (Santos, 2017).

Ao tornar suas invenções mais acessíveis e atrativas para potenciais parceiros, as universidades podem ampliar suas oportunidades de colaboração, impulsionar o desenvolvimento econômico e social e fortalecer sua posição como agentes de transformação e de progresso na sociedade (Pires, 2018). O que evidencia a importância de as universidades reconhecerem a necessidade estratégica de criar vitrines tecnológicas para destacar e promover seus ativos de propriedade intelectual.

Considerando os diversos elementos que compõem as 15 vitrines tecnológicas estudadas nesta seção. Como por exemplo, a abordagem de seu papel como meio de conexão entre academia e sociedade e a apresentação dos ativos por meio de vídeos, identificou-se apenas dois pontos comuns entre todas elas: o descritivo das características dos ativos e os meios de contato para o licenciamento das tecnologias. Os demais elementos variam significativamente entre as vitrines, conforme evidenciado no Quadro 3.

Quadro 3 – Síntese dos principais elementos das vitrines tecnológicas

ELEMENTO	APRESENTA	NÃO APRESENTA
Website próprio	USP; Unicamp; UFRGS; UFPE.	UFRJ; UFMG; UNB; UFV; UFRN; UFC; UFU; UFMT; Unifal-MG; UNESC; Unicentro.
Atratividade visual	Unicamp; UFRJ; UFMG; UFC; Unicentro.	USP; UFRGS; UNB; UFPE; UFV; UFRN; UFU; UFMT; Unifal-MG; Unesc.
Papel da vitrine como elo entre a academia e a sociedade	Unicamp; UFRGS; UFRJ; UNB; UFPE; Unicentro.	USP; UFMG; UFV; UFRN; UFC; UFU; UFMT; Unifal-MG; Unesc.
Linguagem comercial para atração de potenciais parceiros interessados em desenvolver ou adotar essas tecnologias	Unicamp; UFRGS; UFRJ; UFMG; UNB; UFPE; UFC; Unifal-MG; Unesc.	USP; UFV; UFRN; UFU; UFMT; Unicentro.
Possibilidade de alterar o idioma do site	UFRGS; UNB; UFRN.	USP; Unicamp; UFRJ; UFMG; UFPE; UFV; UFC; UFU; UFMT; Unifal-MG; Unesc; Unicentro.
Inventores dos ativos	USP; Unicamp; UFRGS; UNB; UFMG; UFPE; UFRN; UFU; Unesc; Unicentro.	UFRJ; UFV; UFC; UFMT; Unifal-MG.
Problema solucionado pelo ativo	USP; Unicamp; UFRGS; UFRJ; UNB; UFPE; UFV; UFC; Unifal-MG.	UFMG; UFRN; UFU; UFMT; Unesc; Unicentro.
Possíveis aplicações da tecnologia	USP; Unicamp; UFRGS; UFRJ; UNB; UFV; UFRN; UFC; UFMT; Unifal-MG; Unicentro.	UFMG; UFPE; UFU; Unesc.
Vídeos explicativos sobre os ativos	USP; UFRGS; UFMG; UNB.	Unicamp; UFRJ; UFPE; UFV; UFRN; UFC; UFU; UFMT; Unifal-MG; Unesc; Unicentro.
Informações sobre o processo de transferência de tecnologia	USP; UNB; UFRN.	Unicamp; UFRGS; UFRJ; UFMG; UFPE; UFV; UFC; UFU; UFMT; Unifal-MG; Unesc; Unicentro.

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2024)

Em suma, a construção de vitrines tecnológicas representa não apenas uma ferramenta de divulgação, mas também um meio de estabelecer conexões entre as universidades, o setor empresarial e a sociedade em geral (Moreira; Lucas; Gonçalo, 2019). Ao investir na acessibilidade e na atratividade dessas plataformas, as IES podem não apenas promover suas inovações, mas também alavancar parcerias estratégicas, impulsionar o desenvolvimento socioeconômico e fortalecer sua relevância no ecossistema de inovação (Santana, 2022).

4 Considerações Finais

A análise realizada neste estudo revelou uma lacuna significativa no aproveitamento das vitrines tecnológicas pelas universidades, apesar de seu potencial para divulgar e promover inovações. Das 100 instituições avaliadas, apenas

15 possuem vitrines tecnológicas, indicando uma adesão relativamente baixa das universidades a essa estratégia.

A falta de abrangência na exposição de ativos de propriedade intelectual é outro aspecto preocupante, as vitrines tecnológicas existentes muitas vezes falham em cobrir todos os tipos de inovações desenvolvidas pelas universidades, limitando, assim, sua eficácia como plataforma de divulgação. Essa limitação reduz a visibilidade das contribuições acadêmicas para o progresso tecnológico e inibem potenciais parcerias e colaborações.

Adicionalmente, a análise aponta para questões relacionadas à usabilidade e à atratividade das vitrines tecnológicas. Muitas delas carecem de organização, recursos visuais adequados e uma navegação intuitiva, o que resulta em dificuldades de acesso e de interesse por parte dos usuários. A melhoria desses aspectos é essencial para garantir que elas cumpram seu papel de disseminação de conhecimento e estímulo à interação universidade-empresa.

Por fim, a falta de clareza e de acessibilidade das informações disponíveis nas vitrines tecnológicas prejudica a interação entre universidades e empresas, reduzindo as oportunidades de colaboração e de transferência de tecnologia. Essa falha de comunicação representa um obstáculo significativo para a disseminação e a aplicação das tecnologias no mercado.

5 Perspectivas Futuras

O estudo apresentado abre um leque de oportunidades para pesquisas futuras que busquem aprofundar o conhecimento sobre as vitrines tecnológicas e seu papel na promoção da inovação. Uma linha de investigação potencial seria analisar os fatores determinantes que influenciam a decisão das universidades de implementar essas vitrines. Compreender os motivadores e os desafios por trás dessa escolha pode indicar aspectos como a cultura institucional, os recursos disponíveis e a percepção da importância da inovação dentro do ambiente acadêmico.

Além disso, para garantir que as vitrines tecnológicas atendam adequadamente às necessidades do setor empresarial, é essencial realizar pesquisas voltadas para compreender suas expectativas e demandas em relação a essas plataformas. Adaptar o conteúdo, o formato e as funcionalidades das vitrines para atender às necessidades do mercado pode aumentar sua relevância e atratividade para potenciais parceiros comerciais, facilitando, assim, a interação entre universidades e empresas.

A integração de tecnologias emergentes, como inteligência artificial e *machine learning*, nas vitrines tecnológicas representa também uma área promissora para pesquisas futuras. Utilizar algoritmos para personalizar a experiência do usuário, recomendar tecnologias relevantes e otimizar a busca por informações podem melhorar significativamente a eficiência e a usabilidade dessas plataformas. Explorar como essas tecnologias podem ser integradas de maneira eficaz nas vitrines tecnológicas contribui para o avanço do conhecimento nesse campo e para o aprimoramento das ferramentas de promoção da inovação.

Referências

ADNER, R. Match your innovation strategy to your innovation ecosystem. *Harvard Business Review*, [s.l.], v. 84, n. 4, p. 98-107, 2006.

ALVES, E. R. S. **Utilização da ferramenta Desdobramento da Função Qualidade (QFD) para melhoria contínua da satisfação de clientes internos e externos: o caso da Vitrine de Tecnologias da Embrapa.** 2009. 144f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronegócios, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2009.

ARAGÃO, M. R. B.; CARVALHO, M. A. de. Benchmarking: uma ferramenta para melhoria do desempenho empresarial. *Revista de Administração e Inovação*, [s.l.], n. 11, v. 3, p. 1-21, 2014.

BRASIL. Lei n. 10.973, de 2 de dezembro de 2004. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 2004. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/110.973.htm. Acesso em: 24 abr. 2024.

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 [...]. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 2016. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Lei/L13243.htm. Acesso em: 24 abr. 2024.

CARAYANNIS, E. G.; CAMPBELL, D. F. J. 'Mode 3' and 'Quadruple Helix': toward a 21st century fractal innovation ecosystem. *International Journal of Technology Management*, [s.l.], v. 46, n. 3-4, p. 201-234, 2009.

CLOSS, L. Q.; FERREIRA, G. C. A transferência de tecnologia universidade- empresa no contexto brasileiro: uma revisão de estudos científicos publicados entre os anos 2005 e 2009. *Gestão e Produção*, [s.l.], v. 19, n. 2, p. 419-432, 2012. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2012000200014&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 24 abr. 2024.

ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. The Triple Helix – University-Industry-Government Relations: A Laboratory for Knowledge Based Economic Development. *EASST Review*, [s.l.], v. 14, n. 1, p. 14-19, jan. 1995. Disponível em: <https://ssrn.com/abstract=2480085>. Acesso em: 24 abr. 2024.

FOLHA DE SÃO PAULO. **Ranking de universidades.** 2023. Disponível em: <http://ruf.folha.uol.com.br/2023/>. Acesso em: 24 abr. 2024.

FREEMAN, C. **Technology policy and economic performance: lessons from Japan.** London: Pinter, 1987.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 56002:2019 – Sistemas de Gestão de Inovação – Requisitos.** Genebra: ISO, 2019.

KREPSKY, D. C. P. **A (ir)relevância da integração universidade-empresa e o avanço da inovação tecnológica no Brasil: um retrato das universidades brasileiras com destaque à Universidade de Brasília.** 2023. 85f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Economia, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2023. Disponível em: <http://www.realp.unb.br/jspui/handle/10482/47766>. Acesso em: 24 abr. 2024.

MEDEIROS, D. N.; SOUTO, V. T.; SILVA, Tiago Barros Pontes e. Vitrines tecnológicas: a informação facilitada sobre patentes na web. *In: II SIMPÓSIO DE ENGENHARIA, GESTÃO E INOVAÇÃO, 2., 2019, Águas de Lindóia, 2019. p. 1-18. Anais [...]. Águas de Lindóia, 2019. Disponível em: <https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/vitrines-tecnologicas-o-design-de-websites-sobre-tecnologia-de-instituies-pblicas-de-ensino-e-pesquisa-brasileiras-33742>. Acesso em: 24 abr. 2024.*

MOORE, J. F. Predators and prey: a new ecology of competition. *Harvard Business Review*, [s.l.], v. 71, n. 3, p. 75-83, 1993.

MOREIRA, A. S.; LUCAS, M. C.; GONÇALO, C. R. Vitrines Tecnológicas Virtuais como Elemento de Apoio a Transferência e Comercialização de Inovações em Universidades Brasileiras. 2019. v. 5, n. 1, p. 904-914. *Anais [...]. Florianópolis, SC, 2019. ISSN: 2526-0154. Disponível em: <https://www.api.org.br/conferences/index.php/ENPI2019/ENPI2019/paper/viewFile/833/409>. Acesso em: 24 abr. 2024.*

OLIVEIRA, M. C. B. **O inadiável avanço da pesquisa Agropecuária rumo à modernidade ética: o caso Embrapa.** 2003. 276f. Tese (Doutorado) – Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2003.

PARKER, D. P.; ZILBERMAN, D. University Technology Transfers: Impacts on Local and U.S. Economies. *Contemporary Policy Issues*, [s.l.], v. 11, p. 87-99, 1993.

PIRES, M. C. F. S. **Política Pública de Incentivo à Inovação: uma proposta de criação da Vitrine Tecnológica na Universidade Federal de Alagoas.** 2018. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2018.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do Trabalho Científico: métodos e técnica da pesquisa e do trabalho acadêmico.** 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RODRIGUES, R. S.; NEUBERT, P. da S. **Introdução a pesquisa bibliográfica: a confiabilidade da publicação científica.** Florianópolis: Editora da UFSC, 2023.

ROGERS, E. **Diffusion of Innovations.** Nova York: Macmillan Publishing Co, 1983.

SANTANA, D. **Vitrine Tecnológica: Estruturação e importância na aproximação.** Universidade/Empresa. 2022. 128f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação, Universidade Federal de São João del-Rei, São João del-Rei, 2022. Disponível em: <https://profnit.org.br/wp-content/uploads/2023/05/DANIELE-DE-SANTANA-TCC.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2024.

SANTOS, A. S. **Bens intangíveis desenvolvidos numa instituição de ciência e tecnologia (ICT): um estudo sobre o Instituto Federal da Bahia (IFBA).** 2017. 171f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação Gestão e Tecnologias Aplicadas à Educação, Modalidade Profissional, Universidade do Estado da Bahia, Salvador, 2017. Disponível em: http://www.cdi.uneb.br/site/wpcontent/uploads/2019/02/TCC_-Anete-Santos-GESTEC_-26.06.-2017.pdf. Acesso em: 24 abr. 2024.

SILVA, C. V.; RIBEIRO, S. da C. A.; SANTANA, A. P. P. Vitrines tecnológicas como repositório e apoio aos Núcleos de Inovação Tecnológica nos Institutos Federais. *Ciência da Informação*, [s.l.], v. 51, n. 3, 2022. DOI: 10.18225/ci.inf.v51i3.5992. Disponível em: <https://revista.ibict.br/ciinf/article/view/5992>. Acesso em: 30 abr. 2024.

SOUZA, R. K. S.; TEIXEIRA, C. S. **Habitats de inovação: alinhamento conceitual.** São Paulo: Perse, 2022. v. 2. 68p.

STEWART, T. A. **Capital Intelectual: a nova vantagem competitiva das empresas.** Tradução de Ana Beatriz Rodrigues e Priscila Martins Celeste. 5. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

TAKEUCHI, H.; NONAKA, I. **Gestão do conhecimento.** Tradução de Ana Thorell. Porto Alegre: Bookman, 2008.

TAVARES, A. B.; PEDROSI FILHO, G. Vitrine tecnológica da Universidade Federal de Roraima: uma ferramenta de aproximação na relação universidade-empresa. *Revista de Administração de Roraima*, [s.l.], v. 10, n. 1, p. 1-15, 2020. Disponível em: <https://revista.ufr.br/adminrr/article/view/5740/pdf>. Acesso em: 24 abr. 2024.

Sobre os Autores

Guilherme Salm Duarte

E-mail: guilhermesalm@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6447-7580>

Mestrando em Engenharia, Gestão e Mídia do Conhecimento pela Universidade Federal de Santa Catarina.

Endereço profissional: Universidade Federal de Santa Catarina, Rua Engenheiro Agrônomo Andrei Cristian Ferreira, s/n, Trindade, Florianópolis, SC. CEP: 88040-900.

Clarissa Stefani Teixeira

E-mail: clastefani@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1362-1255>

Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina em 2011.

Endereço profissional: Universidade Federal de Santa Catarina, Rua Engenheiro Agrônomo Andrei Cristian Ferreira, s/n, Trindade, Florianópolis, SC. CEP: 88040-900.

Denise Salm

E-mail: denise.salm@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-2196-9621>

Graduada em Administração na Faculdade Municipal de Palhoça.

Endereço profissional: Faculdade Municipal de Palhoça, Rua João Pereira dos Santos, 99, Ponte do Imaruim, Palhoça, SC. CEP: 88130-475.

Propriedade Intelectual: a Inteligência Artificial aplicada à inovação de processos na Administração Pública sob a ótica da Teoria do Enfoque Meta-Analítico Consolidado (Temac)

Intellectual Property: Artificial Intelligence applied to process innovation in Public Administration from the Perspective of Consolidated Meta-Analytic Focus Theory (Temac)

Edson Guimarães Passos¹, Paulo Gustavo Barboni Dantas Nascimento¹, Eduardo Antonio Ferreira¹

¹Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil

Resumo

Este estudo analisa a aplicação de inteligência artificial e outras tecnologias emergentes, como *big data*, *blockchain* e *machine learning*, na inovação de processos na administração pública. Essas tecnologias prometem transformar a maneira como os serviços públicos são oferecidos, tornando-os mais eficientes e acessíveis. No entanto, obstáculos legais, éticos e burocráticos dificultam a implementação em larga escala dessas inovações. A pesquisa explora os entraves que impedem a adoção dessas tecnologias, utilizando a Teoria do Enfoque Meta-Analítico Consolidado (Temac). Foram analisados 135 artigos da base de dados Web of Science (WoS) entre 2018 e 2024, correlacionando-se as principais linhas de pensamento e as tendências futuras. Os resultados indicam que, apesar do potencial dessas inovações, sua adoção enfrenta grandes desafios, os quais requerem a participação integrada entre governo, empresas, universidades e sociedade, com foco em inovação, transparência e acessibilidade dos produtos tecnológicos disponibilizados ao cidadão.

Palavras-chave: Quadrupla Hélice; Tecnologias Emergentes; Ética Digital.

Abstract

This study analyzes the application of artificial intelligence and other emerging technologies, such as big data, blockchain, and machine learning, in the innovation of processes within public administration. These technologies promise to transform the way public services are delivered, making them more efficient and accessible. However, legal, ethical, and bureaucratic obstacles hinder the large-scale implementation of these innovations. The research explores the barriers that impede the adoption of these technologies, utilizing the Theory of Consolidated Meta-Analytic Approach (Temac). A total of 135 articles from the Web of Science (WoS) database were analyzed between 2018 and 2024, correlating the main lines of thought and future trends. The results indicate that, despite the potential of these innovations, their adoption faces significant challenges, which require integrated participation among government, businesses, universities, and society, with a focus on innovation, transparency, and the accessibility of technological products made available to citizens.

Keywords: Quadruple Helix; Emerging Technologies; Digital Ethics.

Áreas Tecnológicas: Propriedade Intelectual. Tecnologia. Administração Pública.



1 Introdução

O crescimento populacional em todo o planeta impõe aos governantes a necessidade de otimizar recursos materiais e humanos para atender à sociedade em setores essenciais como saúde, educação, mobilidade, lazer e cultura, necessidades estas hierarquizadas por Abraham Maslow, que vão desde as mais básicas, a exemplo da alimentação, até as mais complexas como autorrealização.

Os aspectos socioeconômico-ambientais têm impactado a administração pública em âmbito mundial, evidenciando que a má gestão da biosfera exige cada vez mais recursos financeiros para reparar danos causados pelo homem, dificultando a implementação de novas ações necessárias ao progresso e ao bem-estar da população mundial (Matias-Pereira, 2009, p. 244). Além disso, as necessidades ilimitadas dos seres humanos, quando correlacionadas à escassez dos fatores de produção, originam questões fundamentais da economia, como o que e quanto produzir, como produzir e para quem produzir (Gremaud; Vasconcellos; Toneto Jr., 2011, p. 4).

Esses dilemas são classificados como “*trade offs*” – escolhas – e comprometem a tomada de decisão em relação à implementação de políticas públicas, como observado por Matias-Pereira (2009). Atualmente, os governantes precisam aliar quantidade, qualidade e sustentabilidade na oferta de serviços, com menor gasto possível, diante da exigência do cidadão que busca agilidade, integração e personalização na satisfação de suas necessidades (Edelmann; Virkar, 2023, p. 20).

As inovações de processos no setor público vêm ocorrendo por meio de transformações tecnológicas, que remodelam estruturas e estratégias governamentais em busca de maior eficiência e integração das políticas públicas (Di Giulio; Vecchi, 2023, p. 132). A inovação no setor público é condicionada à percepção de riscos e benefícios decorrentes de sua implementação, afetando ambientes políticos, econômicos, sociais e técnicos, além da necessidade de uma criteriosa análise do grau de prontidão tecnológica (Duhamel, 2023, p. 213).

Estudos recentes demonstram que a inserção de novas tecnologias inerentes à difusão do governo digital é complexa, conflituosa e mal avaliada pelos *stakeholders*, cujos diferentes focos de interesse nem sempre se alinham ao bem-estar do cidadão (Di Giulio; Vecchi, 2023, p. 132). A transformação digital na administração pública tem como intuito não apenas implementar novas tecnologias, mas integrar todas as partes interessadas para garantir ações bem-sucedidas, enfatizando o cidadão como principal usuário e a administração pública como provedora de insumos à sociedade (Edelmann; Mergel, 2021, p. 1).

A Inteligência Artificial (IA) apresenta extraordinário potencial para inovar processos na gestão governamental, promovendo a melhoria dos fluxos dentro das organizações públicas e criando valor público, apesar das dificuldades de sua implementação em comparação a outras tecnologias (Neumann; Guirguis; Steiner, 2023, p. 21). O *blockchain*, uma tecnologia disruptiva que permite o compartilhamento seguro e transparente de informações, também se destaca no âmbito da administração pública, contribuindo para a qualidade na prestação de serviços e aumentando a transparência da gestão (Cagigas *et al.*, 2022, p. 343).

Outro conceito importante relacionado à inovação de processos no setor público é a “e-participação”, que enfatiza a participação da sociedade na definição de ações governamentais. A institucionalização formal desse processo possibilita a padronização das propostas apresentadas pelos cidadãos, demonstrando transparência e legitimidade à gestão governamental (Randma-Liiv, 2022, p. 329).

Na União Europeia, observa-se uma crescente intenção política de implementar IA no serviço público, com a expectativa de que os resultados sejam mais efetivos quando conjugados com aspectos como as parcerias público-privadas e a participação do cidadão (Van Noordt; Misuraca, 2022, p. 440).

A participação da sociedade na elaboração de políticas públicas oferece uma visão multilateral dos problemas e das soluções propostas, considerando que profissionais de tecnologia e outros agentes públicos podem não ter uma visão abrangente das estruturas sociais que demandam serviços públicos (Avgerou; Bonina, 2020, p. 91).

As Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) são essenciais no processo de inovação da gestão pública, proporcionando agilidade, qualidade e transparência aos serviços prestados, além de garantir a prestação de contas pelos governantes em um regime democrático (Luciano; Wiedenhöft; Santos, 2018, p. 282).

Entretanto, a consolidação dos processos de inovação tecnológica enfrenta a barreira da visão patrimonialista que ainda predomina nos governos, ignorando a missão de prestar serviços ao cidadão com eficácia, eficiência e transparência, além da participação direta do cidadão na implementação de políticas públicas (Luciano; Wiedenhöft; Santos, 2018, p. 290).

No Brasil, as ações promovidas pela reforma administrativa, aliadas ao uso de TICs, têm possibilitado aos governos oferecer serviços públicos eletrônicos aos cidadãos, reduzindo o tempo gasto em suas interações com a administração pública (Przebylovicz; Cunha; Coelho, 2015).

Observa-se que grande parte das patentes registradas no INPI referentes à inovação tecnológica está sob o domínio das ICTs e das universidades, que têm o papel de levar tecnologia até as empresas e a sociedade. É crucial que os governos estabeleçam diretrizes para facilitar essa transferência de tecnologia, promovendo o desenvolvimento regional conforme prevê o novo marco legal da inovação (De Oliveira Marinho *et al.*, 2023, p. 7). Contudo, o uso da inteligência artificial demanda uma atenção especial aos aspectos sistêmicos e estruturais, especialmente em relação às formas de assimetria, abstração e opacidade na adoção dessas tecnologias (Bruno; Faltay; Pereira, 2024, p. 159).

Este trabalho objetiva realizar uma revisão integrativa da literatura, que consiste em compilar e analisar estudos já existentes sobre um tema específico, proporcionando uma visão abrangente do conhecimento acumulado.

A revisão abrangerá o período de 2018 a 2024 em âmbito mundial, tendo como fonte bibliográfica o portal da base de dados Web of Science (WoS) e como instrumento de análise a Teoria do Enfoque Meta-Analítico Consolidado (Temac).

A Temac é uma abordagem integrada que reúne diferentes perspectivas analíticas, proporcionando uma visão clara e detalhada das interações entre inovação tecnológica e administração pública. Ela possibilita a identificação de padrões e de sinergias, oferecendo uma análise organizada dos impactos da propriedade intelectual na modernização dos processos administrativos. A metodologia da Temac, portanto, se revela eficaz na correlação de citações, gráficos e quadros, evidenciando a relevância da combinação entre inovação, tecnologia e administração pública nos últimos anos, enquanto ressalta a necessidade de integração entre diversos setores da sociedade.

2 Metodologia

O volume significativo de produções acadêmicas publicadas anualmente sobre determinados temas constitui uma fonte rica de conhecimento, mas também representa um desafio para o pesquisador, que deve selecionar e organizar essas informações para embasar sua pesquisa. Nesse contexto, a Teoria do Enfoque Meta-Analítico Consolidado (Temac) emerge como um método de pesquisa que oferece uma ampla gama de possibilidades de inter-relações e inferências. A técnica permite a formação de *clusters* por universidades, países, áreas de conhecimento e autores, sendo uma ferramenta valiosa para pesquisadores e para a formulação de políticas públicas.

A eficácia em termos de tempo e de custo destaca-se como um diferencial desse enfoque, que se fundamenta em etapas claras e em princípios das teorias bibliométricas. Além disso, toda a tecnologia utilizada é acessível por meio

de programas gratuitos, garantindo que os pesquisadores tenham livre acesso às ferramentas necessárias para suas análises (Mariano; Rocha, 2017).

A implementação da Temac é organizada em fases, que incluem a preparação da pesquisa, a apresentação e a correlação dos dados e o detalhamento dos resultados por meio de um modelo integrador e de validação por evidências.

O Quadro 1 ilustra a consulta realizada na base Web of Science (WoS), utilizando palavras-chave relevantes para o período de 2018 a 2024, resultando em 135 documentos. Essa fase inicial destaca a importância da definição de um espaço temporal claro para a pesquisa.

A análise da origem das publicações revela a participação de pesquisadores de 47 países, como evidenciado pelo Gráfico 2. O Brasil, como único representante sul-americano, apresenta um número relevante de publicações, enquanto países europeus, como a Itália, demonstram uma presença significativa no campo. Essa diversidade geográfica reflete a relevância global da inovação tecnológica na administração pública.

As fases subsequentes da Temac permitem uma análise mais aprofundada do conteúdo dos estudos, com foco na cocitação e no acoplamento bibliográfico. Essas análises identificam elementos fundamentais para a fundamentação teórica, destacando abordagens e linhas de pesquisa. A utilização da ferramenta VOSviewer possibilita o tratamento e a correlação dos dados extraídos da WoS, facilitando a visualização das relações entre os autores e os temas abordados.

A cocitação é analisada a partir de autores citados em conjunto, permitindo a identificação de *clusters* que refletem a interconexão de ideias. Por outro lado, o acoplamento bibliográfico revela como diferentes estudos se interligam, destacando a continuidade do pensamento sobre inovação e eficiência no serviço público.

A metodologia da Temac, portanto, se revela eficaz na correlação de citações, gráficos e quadros, evidenciando a relevância da combinação entre inovação, tecnologia e administração pública nos últimos anos, enquanto ressalta a necessidade de integração entre diversos setores da sociedade.

3 Resultados e Discussão

A análise dos dados obtidos por meio da Temac permite compreender os desafios e as possibilidades da inovação nos processos governamentais. A implementação de novas tecnologias no setor público está diretamente relacionada a fatores estruturais, culturais, financeiros e éticos que variam conforme aponta a realidade de cada unidade administrativa.

Diante disso, este capítulo apresenta e discute os principais achados da pesquisa, explorando as inter-relações entre esses fatores e o impacto das parcerias entre universidades, setor privado e governo na modernização da administração pública.

3.1 Preparação da Pesquisa, Apresentação e Inter-relações dos Dados

Este tópico demonstra o processo utilizado para a definição das palavras-chave, a delimitação do período e do espaço analisado, a escolha das bases de dados mais adequadas e a seleção das áreas do conhecimento relevantes. Esses aspectos são determinantes para a obtenção de resultados confiáveis, pois impactam diretamente na qualidade da análise e na precisão das conclusões.

3.1.1 Base de Dados Utilizada

O Quadro 1 detalha a consulta realizada na base Web Of Science (WoS), a qual combina os três termos propostos inicialmente – palavras-chave, compreendendo o período de 2018 a 2024, resultando em 135 documentos.

3.1.2 Espaço Temporal da Pesquisa

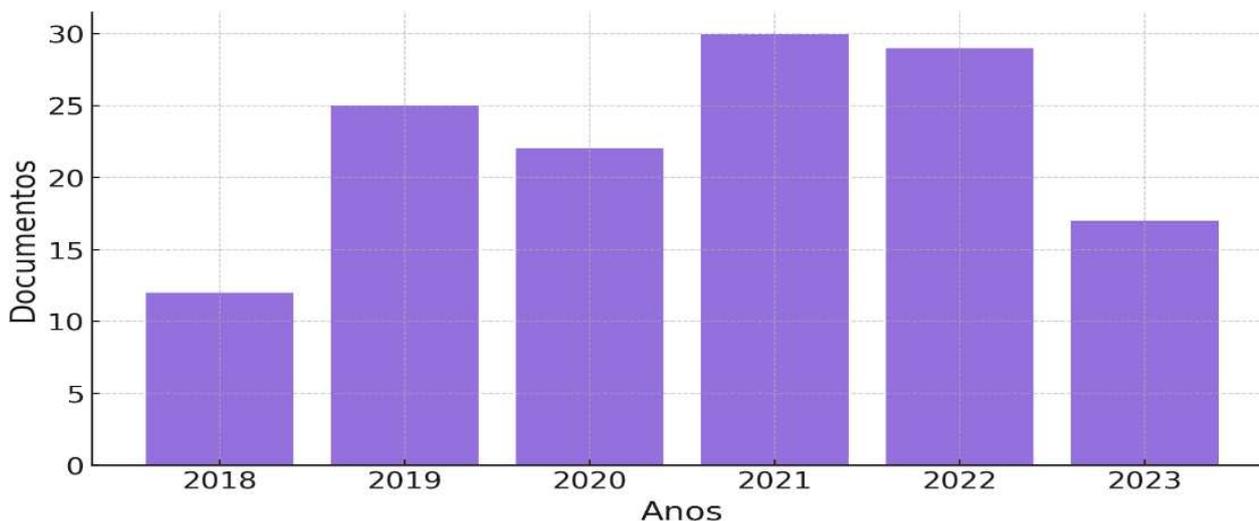
A pesquisa realizada na base de dados WoS, ilustrada no Gráfico 1, apresenta a distribuição dos 135 documentos no período de 2018 a 2024, cabendo ressaltar a publicação de 98 artigos no período de 2020 a 2023, correspondendo a 72,59% dos documentos divulgados, o que caracteriza a evolução da pesquisa sobre o tema nos últimos quatro anos, observando-se que no ano de 2024 não foram localizados documentos para a citada consulta.

Quadro 1 – Consulta realizada na WoS

CONSULTA	PALAVRAS-CHAVE	RESULTADOS
1	Process Innovation (Topic) and technology (Topic) and public administration (Topic) and 2018 or 2019 or 2020 or 2021 or 2022 or 2023 or 2024 (Publication Years)	135

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2024)

Gráfico 1 – Número de publicações por ano da pesquisa na WoS



Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2024)

3.1.3 Análise de Origem da Publicação

Na produção científica, pode ocorrer a participação de pesquisadores de vários países do mundo no desenvolvimento de determinado estudo, sendo que os 135 documentos filtrados na base de dados WoS tiveram a participação de 390 pesquisadores, originários de 47 países, distribuídos nos continentes da América do Norte, América do Sul, África, Ásia e Europa, sendo listados no Gráfico 2 os primeiros 25 países em que mais autores contribuíram com os respectivos estudos.

Um aspecto relevante a ser abordado no gráfico é a 11ª posição ocupada pelo Brasil, único país representante do Continente Sul-Americano, com a participação de quatro trabalhos relacionados.

Outro ponto a ser enfatizado é a posição da Itália, à frente de outros países da Europa e de potências mundiais como Rússia, Estados Unidos, China, entre outras.

O Gráfico 2 demonstra que, pela variedade de autores originários de diversos países, a inovação tecnológica na administração pública tem se mostrado como alternativa na busca de eficiência na administração pública em contexto mundial.

3.2 Detalhamento, Modelo Integrador e Validação por Evidências

Aplicadas as fases iniciais da Temac, as quais possibilitaram realizar um filtro dos documentos que mais

apresentaram afinidade com o objeto da pesquisa, o foco passa a ser uma análise mais consistente sobre o conteúdo dos estudos e a correlação entre eles, sobretudo no que tange ao conhecimento base, *co-citation* (cocitação), e tendências de novas frentes de pesquisa, *coupling* (acoplamento bibliográfico) (Mariano; Rocha, 2017).

A partir de tais análises, são identificados os elementos indispensáveis para a fundamentação teórica, a exemplo de abordagens e de linhas de pesquisa e os principais pesquisadores da atualidade que validam ou contestam as hipóteses propostas para o objeto estudado.

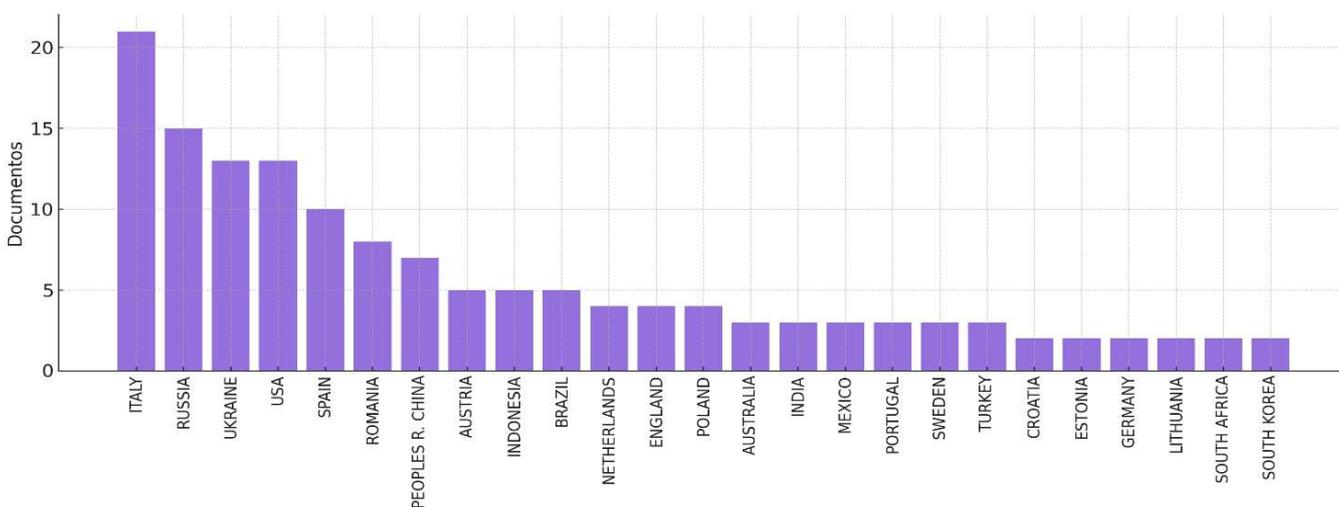
A seguir, estão descritos e analisados os principais resultados constatados por meio das abordagens de cocitação e acoplamento bibliográfico realizadas com a utilização da ferramenta VOSviewer para o tratamento e a correlação dos dados extraídos da base WoS.

3.2.1 Co-citacion

A *co-citation* pode ser ilustrada por meio do exemplo de um autor citando dois autores conjuntamente, demonstrando que já existe uma base científica referente ao objeto estudado.

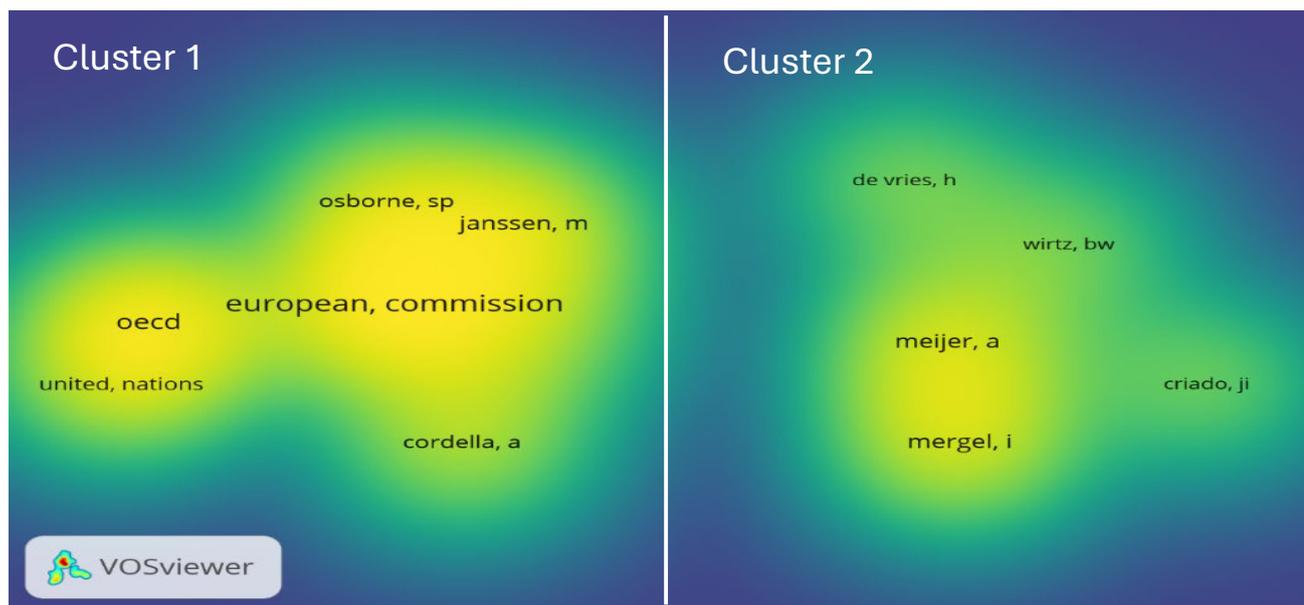
Na pesquisa realizada na base de dados WoS, inerente aos 135 documentos pesquisados, foi aplicado o critério de analisar os autores citados a partir de 10 vezes, resultando em dois grupos de autores (*clusters*), sendo que o primeiro é composto de seis autores e o segundo é formado por cinco autores (Figura 1).

Gráfico 2 – Países de origem dos autores das publicações na WoS



Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2024)

Figura 1 – Mapa de densidade cocitação na WoS



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

O grupo de autores citados conjuntamente nos trabalhos pesquisados abordam vários temas ligados à administração pública, à tecnologia e à inovação, aí compreendidos *Big Data*, E-Governo, Transformação Digital, Gestão de Políticas Públicas e *Benchmarking*, distribuídos no período de 2018 a 2023, ressaltando-se que quanto maior a proximidade dos autores e a coloração do mapa de densidade, maior a correlação entre os pensamentos, o que resulta na cocitação dos pares.

O *Cluster 1*, composto de seis autores, destaca a Comissão Europeia como fonte principal de citação se relacionando com os demais autores, outros pares são observados a exemplo de Osborne e Janssen, Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD) e Organização das Nações Unidas e Cordella e Comissão Europeia. Os Quadros 2 a 9, a seguir, apresentam os artigos mais citados na base WoS, no período de 2018 a 2023, enfatizando temas inerentes à Inovação de processos por meio de tecnologias.

O Quadro 2, *Cluster 1* – Comissão Europeia, destaca as 1.239 citações do documento que aborda a transformação digital, seguido do artigo que trata da plataforma digital com 549 citações.

Quadro 2 – Publicações identificadas no *Cluster 1* do mapa de densidade, número de citações e ano – Comissão Europeia

TÍTULO	CITAÇÕES WoS	ANO PUBLICAÇÃO
A plataforma digital: uma agenda de pesquisa	549	2018
Alinhando-se com a nova estratégia digital: uma abordagem de capacidades dinâmicas	230	2018
Elaboração de estratégias de transformação digital em organizações pré-digitais: o caso de um provedor de serviços financeiros	201	2019
Compreendendo a transformação digital: uma revisão e uma agenda de pesquisa	1239	2019
Desvendando a diferença entre a transformação digital e a transformação organizacional habilitada para TI	155	2021

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2024)

O Quadro 3, *Cluster 1* – Stephen P. Osborne, enfatiza o atual pensamento empregado nas organizações públicas em comparação ao padrão ideal, sendo citado 208 vezes.

Quadro 3 – Publicações identificadas no *Cluster 1* do mapa de densidade, número de citações e ano – Stephen P. Osborne, Universidade de Edimburgo – Escócia

TÍTULO	CITAÇÃO WoS	ANO DE PUBLICAÇÃO
Da lógica dominante do serviço público à lógica do serviço público: as organizações de serviço público são capazes de coprodução e cocriação de valor?	208	2018
Até onde chegamos com a coprodução e o que vem a seguir?	30	2019
Coexperiência, coprodução e cogovernança: uma abordagem ecossistêmica para a análise da criação de valor	39	2020
Além da coprodução: criação de valor e serviços públicos	50	2021
Criação de valor no ecossistema do serviço público: uma estrutura integrativa	25	2022

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2024)

O Quadro 4, *Cluster 1* – Marijn Janssen, ressalta o documento que aborda as perspectivas da inteligência artificial, com 606 citações, e analisa as perspectivas reais do metaverso, sendo referenciado 206 vezes.

Quadro 4 – Publicações identificadas no *Cluster 1* do mapa de densidade, número de citações e ano – Marijn Janssen, Universidade de Tecnologia de Delft – Holanda

TÍTULO	CITAÇÕES WoS	ANO DE PUBLICAÇÃO
Criação de valor público e privado usando inteligência artificial: um estudo empírico de usuários de robôs de voz com IA no setor público chinês	39	2021

TÍTULO	CITAÇÕES WoS	ANO DE PUBLICAÇÃO
Transformação digital do governo: uma análise de modelagem de equações estruturais de fatores impulsionadores e impeditivos	37	2021
Inteligência Artificial (IA): Perspectivas multidisciplinares sobre desafios emergentes, oportunidades e agenda para pesquisa, prática e política	606	2021
Metaverso além do exagero: Perspectivas multidisciplinares sobre desafios emergentes, oportunidades e agenda para pesquisa, prática e política	206	2022
?E daí se ChatGPT escreveu isso?? Perspectivas multidisciplinares sobre oportunidades, desafios e implicações da IA conversacional generativa para pesquisa, prática e política	110	2023

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2024)

O Quadro 5, *Cluster 1* – OCDE, avalia as melhores práticas em TI aplicadas à saúde no contexto internacional, sendo citado 32 vezes.

Quadro 5 – Publicações identificadas no *Cluster 1* do mapa de densidade, número de citações e ano – Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico – França

TÍTULO	CITAÇÕES WoS	ANO DE PUBLICAÇÃO
Benchmarking internacional de TI em saúde: aprendendo com comparações entre países	32	2018

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2024)

O Quadro 6, *Cluster 1* – Nações Unidas, ressalta a importância da boa governança (1 citação) e suas relações com transparência e investimentos (3 citações).

Quadro 6 – Publicações identificadas no *Cluster 1* do mapa de densidade, número de citações e ano – Nações Unidas – Estados Unidos da América

TÍTULO	CITAÇÕES WoS	ANO DE PUBLICAÇÃO
A necessidade e o valor da boa governança: a visão de um investidor institucional	1	2003
A relação entre governança corporativa, transparência e divulgação financeira	3	2003
Componentes de uma política mineral nacional	1	2002
Questões ambientais e econômicas do desenvolvimento mineral no Sudeste Asiático	1	2002
Funções e relações entre ministérios e agências para a administração, regulação, conformidade, monitorização, fiscalização e outras responsabilidades de supervisão no setor de extração mineral.	1	2002

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2024)

O Quadro 7, *Cluster 1* – Antonio Cordella, enfoca a utilização de sistemas de informação no setor público, sendo citado 152 vezes, e a tendência de um governo eletrônico burocrático é mencionada 115 vezes.

Quadro 7 – Publicações identificadas no *Cluster 1* do mapa de densidade, número de citações e ano -Antonio Cordella, Escola de Economia e Ciência Política de Londres – Inglaterra

TÍTULO	CITAÇÕES WoS	ANO DE PUBLICAÇÃO
Custos de transação e sistemas de informação: a TI faz sentido?	51	2006
Governo eletrônico: rumo à forma e-burocrática?	115	2007
Sistemas de informação no setor público: a estrutura de promulgação do governo eletrônico	152	2010
Política governamental, valor público e terceirização de TI: O caso estratégico da ASPIRE	31	2012

TÍTULO	CITAÇÕES WoS	ANO DE PUBLICAÇÃO
Criação de valor, TIC e coprodução no setor público: burocracia, código aberto e colaboração coletiva	14	2017

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2024)

O *Cluster 2*, correspondendo a cinco autores, concentra a linha de pensamento defendida por Meijer e Mergel, com estudos publicados no período de 2018 a 2020.

O Quadro 8, *Cluster 2* – Inês Mergel, ressalta a transformação digital na visão de especialistas, com 279 citações e enfatiza a inovação aberta no setor com 85 citações. Importante ressaltar a correlação dos temas enfatizados nos cinco documentos citados na base WoS.

Quadro 8 – Publicações identificadas no *Cluster 2* do mapa de densidade, número de citações e ano – Inês Mergel, Universidade de Constança – Alemanha

TÍTULO	CITAÇÕES WoS	ANO DE PUBLICAÇÃO
Ágil: uma nova forma de governar	50	2021
Resultados de dados abertos: cidades dos EUA entre inovação de produtos e processos	30	2018
Governo ágil: revisão sistemática da literatura e pesquisas futuras	46	2018
Inovação aberta no setor público: motivadores e barreiras para a adoção do Challenge.gov	85	2018
Definindo a transformação digital: resultados de entrevistas com especialistas	279	2019

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2024)

No Quadro 9, *Cluster 2* – Albert Meijer, merecem destaque os artigos diretamente relacionados com o objeto de estudo, governança inteligente para cidades sustentáveis, com 75 citações e dados governamentais abertos como processo de inovação, com 53 citações.

Quadro 9 – Publicações identificadas no *Cluster 2* do mapa de densidade, número de citações e ano – Albert Meijer, Faculdade de Humanidades da Universidade de Utrecht – Holanda

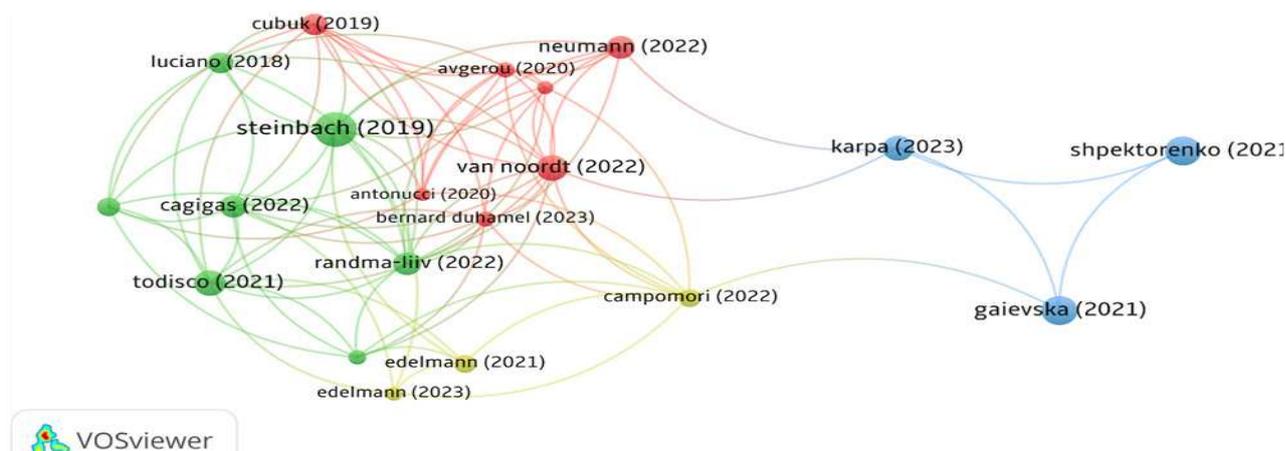
TÍTULO	CITAÇÕES WoS	ANO DE PUBLICAÇÃO
Policiamento Preditivo: Revisão de Benefícios e Desvantagens	75	2019
Governança Inteligente para Cidades Sustentáveis: Resultados de uma Revisão Sistemática da Literatura	65	2019
Dados governamentais abertos como um processo de inovação: lições de um experimento de laboratório vivo	53	2020
O Laboratório Vivo como Metodologia de Pesquisa em Administração Pública: uma Revisão Sistemática da Literatura sobre suas Aplicações nas Ciências Sociais	35	2020
A Política de Dados Governamentais Abertos: Compreendendo as Respostas Organizacionais à Pressão por Mais Transparência	40	2020

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2024)

3.2.2 Bibliographic Coupling

O acoplamento bibliográfico conhecido como *coupling* ocorre quando dois autores citam em seus estudos um

Figura 2 – Rede de visualização *coupling* na WoS



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

autor específico, indicando um alinhamento de pensamento referente ao objeto estudado.

Um exemplo dessa análise pode ser identificado no *Cluster 4*, de cor amarela, observando-se a ligação entre Edelman e Virkar (2023) e Campomori e Casula (2022), já que ambos os estudos citam os seguintes autores: Ansell, Osborne e Lember, evidenciando uma linha em comum de pensamento entre os estudos (Figura 2).

Dos 135 documentos pesquisados na base WoS, foram selecionados os 20 autores mais citados e a correlação entre eles e os temas abordados. A Figura 2 ilustra a rede de visualização, apresentando publicações entre 2018 e 2023, com quatro *clusters* identificados por cores, os quais serão analisados a seguir.

A análise dos documentos realizada pelo aplicativo VOSviewer constatou que o primeiro *cluster*, Quadro 10, é composto de sete estudos originários de oito países, sendo seis europeus e um norte-americano (México).

Como esperado, os artigos abordam a inovação de processos por meio da tecnologia aplicada à administração pública, destacando-se a correlação do estudo realizado no México com os demais oriundos do Continente Europeu.

O *Cluster 2* também revelou a predominância de países europeus, com seis estudos, e a parceria entre Brasil e México, contribuindo com um estudo (Quadro 11).

O estudo realizado por países das américas enfatiza as barreiras de governança, estruturais e culturais, que impedem a plena efetividade da transparência da gestão pública no Brasil. O artigo de Luciano, Wiedenhöft e Santos (2018) se correlaciona diretamente com estudos elaborados por Steinbach (Alemanha e Holanda), Cagigas (Espanha), Todisco (Itália), entre outros, demonstrando a consolidação de uma linha de pensamento.

Quadro 10 – Análise de *coupling*, resultados obtidos para o *Cluster 1*

AUTOR	PAÍS	TÍTULO DO ARTIGO	CITAÇÕES	ANO	CLUSTER
Duhamel, FB; Gutierrez-Martinez, I; Cordova-Diaz, H; Cue-Funes, S	México	Determinantes da adoção de inovações de serviço baseadas em SI no governo para criar valor público.	31	2023	1
Neumann, O; Guirguis, K; Steiner, R	Suíça	Explorando a adoção de inteligência artificial em organizações públicas: um estudo de caso comparativo.	112	2022	1
Van Noordt, C; Misuraca, G	Áustria Estonia	Insights Exploratórios sobre Inteligência Artificial para o Governo na Europa.	69	2022	1
Dalton, S; Stosic, B	Sérvia	A importância de aplicar o LeanInovação para Melhorar a Harmonização dos Procedimentos Aduaneiros no contexto da Digitalização das AlfândegasAdministração- Um estudo de caso da Sérvia	49	2021	1
Avgerou, C; Bonina, C	Inglaterra	Ideologias implicadas na inovação de TI no governo: uma análise crítica do discurso da administração de comércio internacional do México.	80	2020	1
Antonucci, G; Palozzi, G; Venditti, M	Itália	A Análise dos Processos Repetitivos e Bugs na Implementação Generalizada de Processos de Inovação Digital nas Administrações Públicas.	20	2020	1
Cubuk, EBS; Karkin, N; Yavuz, N	Holanda	Inovação do setor público e valores públicos por meio da informação e da comunicação.	58	2019	1

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2024)

Quadro 11 – Análise de *coupling*, resultados obtidos para o *Cluster 2*

AUTOR	PAÍS	TÍTULO DO ARTIGO	CITAÇÕES	ANO	CLUSTER
Di Giulio, M; Vecchi, G	Itália	Implementação da digitalização no setor público. Tecnologias, agência e governança.	65	2023	2
Randma-Liiv, T	Estonia	Adoção não é suficiente: Institucionalização de iniciativas de e-participação.	65	2022	2
Cagigas, D.; Clifton, J; Diaz-Fuentes, D; Fernandez-Gutierrez, M; Echevarria-Cuenca, J; Gilsanz-Gomez, C	Espanha	Explicando as opiniões dos funcionários públicos sobre a adoção do blockchain: um experimento de vinheta.	57	2022	2
Todisco, L; Tomo, A; Canonico, P; Mangia, G; Sarnacchiaro, P	Itália	Explorando o uso da mídia social no setor público: percepções dos funcionários públicos sobre a utilidade das TIC na entrega de valor agregado.	86	2021	2
Duhamel, F; Sandoval-Almazan, R	México	Desenhando Instituições Jurídicas de Governo Eletrônico: Uma Comparação em Nível de Estado no México.	46	2021	2
Steinbach, M; Sieweke, J; Suss, S	Alemanha Holanda	A difusão da e-participação nas administrações públicas: Uma revisão sistemática da literatura.	149	2019	2
Luciano, EM; Wiedenhof, GC; dos Santos, PP	México Brasil	Barreiras à Transparência Aumentam na Administração Pública Brasileira: Questões Estruturais e Culturais ou Falta de Estratégia e Governança?	54	2018	2

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2024)

O terceiro *cluster* é composto de estudos publicados na Ucrânia, os quais descrevem a importância da inovação, por meio da implementação de tecnologias, para a reforma e a modernização do serviço público naquele país (Quadro 12). Importante ressaltar o alinhamento dos citados estudos com os apresentados no *Cluster 1* (Neuman e Van Noordt) e no *Cluster 4* (Campomori).

O quarto *cluster*, formado por publicações de Alemanha, Áustria e Itália, aborda o aspecto voltado para a inovação do serviço público embasada em sustentabilidade na busca do bem-estar social (Quadro 13). Os estudos de Edelmann e Mergel (2021), de Edelmann e Virkar (2023) e de Campomori e Casula (2022) interagem diretamente com os demais *clusters* apresentados anteriormente.

A rede de visualização de *coupling* ilustrada na Figura 2 apresenta linhas de pensamentos definidas em quatro *clusters*, caracterizados por aspectos regionais e ideológicos,

a exemplo do *Cluster 3*, composto de autores ucranianos, os quais enfatizam a modernização do serviço público por meio da inovação de processos aliada à tecnologia.

Os *Clusters 1* e 2 aprofundam as análises sobre o tema com uma visão cosmopolita, ratificando o pensamento dos pesquisadores ucranianos, ao tempo que ressaltam as inúmeras barreiras existentes para a consolidação de um processo de inovação administrativo eficiente, transparente e abrangente.

Seguindo a mesma linha de pensamento dos demais pesquisadores, o *Cluster 4*, caracterizado pela ideologia histórica que une os países que o compõem, ressalta que a transformação digital extrapola o aspecto da inovação dos serviços e deve ser focada primordialmente no cidadão e na eficiência da administração pública.

Quadro 12 – Análise de *coupling*, resultados obtidos para o *Cluster 3*

AUTOR	PAÍS	TÍTULO DO ARTIGO	CITAÇÕES	ANO	CLUSTER
Karpa, M; Kitsak, T; Domsha, O; Zhuk, O; Akimova, L; Akimov, O	Ucrânia	Inteligência Artificial como Ferramenta de Gestão Pública de Desenvolvimento Socioeconômico: Sistemas Econômicos, Infraestrutura Inteligente, Sistemas Digitais de Análise de negócios e transferências.	70	2023	3
Gaievska, L; Kveliashvili, I; Lipovska, N; Ieroshkina, O; Niema, O; Kokhalyk, K	Ucrânia	Fundamentos Teóricos da Inovação na Administração Pública.	57	2021	3
Shpektorenko, I; Golub, V; Kozakov, V; Leliuk, R; Chumak, I; Nagornyak, M	Ucrânia	Reforma e modernização do serviço público da Ucrânia de acordo com os padrões europeus de gestão da política de pessoal.	49	2021	3

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2024)

Quadro 13 – Análise de *coupling*, resultados obtidos para o *Cluster 4*

AUTOR	PAÍS	TÍTULO DO ARTIGO	CITAÇÕES	ANO	CLUSTER
Edelmann, N; Virkar, S	Áustria	O Impacto da Sustentabilidade na Co-criação de Serviços Públicos Digitais.	66	2023	4
Campomori, F; Casula, M	Itália	Institucionalizando a inovação em serviços locais de bem-estar por meio da coprodução: rumo a um Estado neoweberiano?	88	2022	4
Edelmann, N; Mergel, I	Áustria Alemanha	Co-produção de serviços públicos digitais nas administrações públicas austríacas.	90	2021	4

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2024)

Em síntese, a metodologia aplicada pela Temac, sobretudo por meio do acoplamento bibliográfico, permitiu correlacionar citações, figuras, gráficos e quadros demonstrando a efervescência do trinômio inovação, tecnologia e administração pública em âmbito mundial, com ênfase nos estudos realizados nos últimos sete anos, os quais enaltecem os benefícios da citada combinação sem deixar de alertar sobre a necessidade de integração entre universidade, governo, empresa e sociedade (e-participação), bem como sobre a normatização e a padronização de procedimentos inerentes à preservação da informação e do cidadão, razão de ser de tais esforços.

4 Considerações Finais

A proposição de tecnologias para inovação de processos na esfera governamental vem se tornando consenso mundial, apesar dos inúmeros entraves oriundos de questões estruturais, comportamentais, culturais, financeiras e éticas correspondentes à realidade de cada unidade administrativa, conforme verificado nos resultados e nas discussões viabilizadas por meio da Temac.

O mundo globalizado exige dos governos soluções eficientes com o propósito de gerar sua expansão comercial e, sobretudo, a efetividade no atendimento ao cidadão. As parcerias entre ICT/universidade, setor privado e governo tornam-se fundamentais para a implementação de tecnologias destinadas à inovação de processos no setor público, entretanto, é necessário pensar conjuntamente na mitigação dos entraves que impedem a socialização de políticas de inovação em escala, abrangendo toda a estrutura da administração pública.

Os governos precisam planejar políticas estruturantes com incentivo financeiro para a pesquisa e o desenvolvimento de novas tecnologias, a desburocratização do processo licitatório, a capacitação de servidores em tecnologia, a inovação e a comunicação, além de adotar uma visão exógena de desenvolvimento voltada para as menores unidades administrativas de cada país – haja vista ser o local em que as políticas são efetivamente implementadas.

É fundamental garantir a proteção da privacidade do cidadão e a legalização de condutas éticas por parte de desenvolvedores e de usuários das TICs. Uma sugestão para a continuidade deste estudo é a aplicação da Temac com ênfase nas instituições acadêmicas representadas pelos autores e a promoção da interação entre elas para desenvolver propostas de implementação de tecnologias no setor público, factíveis, acessíveis e escaláveis.

5 Perspectivas Futuras

Entre os aspectos positivos da globalização, estão o desenvolvimento tecnológico e a disseminação de um maior volume de informações. Com a aplicação da Temac, foi possível constatar que a inovação de processos no setor público segue um fluxo irreversível e conta com a tecnologia para otimizar sua implementação.

No contexto geral, esse processo endógeno – partindo do âmbito federal para o estadual e municipal – acarreta um descompasso na administração pública, uma vez que as ferramentas tecnológicas disponibilizadas em âmbito federal ainda não são compatíveis com as limitações estruturais, culturais e tecnológicas, sobretudo as verificadas na esfera municipal.

A instituição do novo marco legal da tecnologia e da inovação ainda é muito recente, e espera-se que futuramente os necessários ajustes sejam realizados nas políticas estruturantes da nação, permitindo corrigir erros e desvios que impedem a efetivação de novas tecnologias no setor público de forma ágil, segura e eficiente, voltada para o cidadão e com o necessário sigilo das informações divulgadas em âmbito mundial, promovendo uma administração mais transparente, eficaz e que respeite a privacidade e os direitos de todos os cidadãos em um mundo cada vez mais conectado.

Referências

AVGEROU, Chrisanthi; BONINA, Carla. Ideologies implicated in IT innovation in government: A critical discourse analysis of Mexico's international trade administration. **Information Systems Journal**, [s.l.], v. 30, n. 1, p. 70-95, 2020. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/isj.12245>. Acesso em: 14 jul. 2023.

BRUNO, Fernanda; FALTAY, Paulo; PEREIRA, Paula Cardoso. Automatização e Desemprego: o uso de Inteligência Artificial no Sistema Nacional de Emprego. **Plataformização, Inteligência Artificial e Soberania de Dados**. 2024. p. 159. Disponível em: https://acaoeducativa.org.br/wp-content/uploads/2024/01/tecnologia_no_brasil_2020_2030.pdf#page=159. Acesso em: 21 mar. 2024.

CAGIGAS, Diego *et al.* Explaining public officials' opinions on blockchain adoption: a vignette experiment. **Policy and Society**, [s.l.], v. 41, n. 3, p. 343-357, 2022. Disponível em: <https://academic.oup.com/policyandsociety/article-abstract/41/3/343/6524356>. Acesso em: 12 jul. 2023.

CAMPOMORI, F.; CASULA, M. Institucionalizando a inovação nos serviços de bem-estar locais através da coprodução: Rumo a um Estado Neoweberiano? **Revista Italiana de Ciência Política**, [s.l.], v. 52, n. 3, p. 313-327, 2022.

CORDELLA, Antônio. Custos de transação e sistemas de informação: a TI faz sentido? **Revista de Tecnologia da Informação**, [s.l.], v. 21, n. 3, p. 195-202, 2006.

DE OLIVEIRA MARINHO, Siméia Carvalho *et al.* O papel da Transferência de Tecnologia para o desenvolvimento regional: uma pesquisa exploratória no contexto brasileiro. **Revista Sítio Novo**, [s.l.], v. 7, n. 3, p. 60-68, 2023. Disponível em: <https://sitionovo.ift.edu.br/index.php/sitionovo/article/view/1350>. Acesso em: 27 mar. 2024.

DI GIULIO, Marco; VECCHI, Giancarlo. Implementing digitalization in the public sector. Technologies, agency, and governance. **Public Policy and Administration**, [s.l.], v. 38, n. 2, p. 133-158, 2023.

DUHAMEL, Francois Bernard *et al.* Determinants of adoption of IS-based service innovations in government to create public value. **Transforming Government: People, Process and Policy**, [s.l.], v. 17, n. 2, p. 204-217, 2023.

EDELMANN, N.; VIRKAR, S. The Impact of Sustainability on Co-Creation of Digital Public Services. **Administrative Sciences**, Basel, v. 13, n. 2, p. 43, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3387/13/2/43>. Acesso em: 18 jul. 2023.

EDELMANN, Noella; MERGEL, Ines. Co-production of digital public services in Austrian public administrations. **Administrative Sciences**, [s.l.], v. 11, n. 1, p. 22, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3387/11/1/22>. Acesso em: 12 jul. 2023.

GREMAUD, Amaury Patrick; VASCONCELLOS, Marco Antonio Sandoval de; TONETO JR., Rudinei. **Economia brasileira contemporânea**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2011. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7521032/mod_resource/content/1/GREMAUD%20ET.%20AL.%20ECONOMIA_BRASILEIRA_A_CONTEMPORANEA_7a_E.pdf Acesso em: 19 set. 2023.

LUCIANO, E. M.; WIEDENHÖFT, G.; SANTOS, F. P. Barreiras para a Ampliação de Transparência na Administração Pública Brasileira: Questões Estruturais e Culturais ou Falta de Estratégia e Governança? **Administração Pública e Gestão Social**, [s.l.], v. 10, n. 4, p. 282-291, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/apgs/article/view/5716>. Acesso em: 18 jul. 2023.

MARIANO, Ari Melo; ROCHA, Máira Santos. Revisão da literatura: apresentação de uma abordagem integradora. *In: INTERNATIONAL CONFERENCE - ECONOMY, BUSINESS AND UNCERTAINTY: IDEAS FOR A EUROPEAN AND MEDITERRANEAN INDUSTRIAL POLICY?* 26, 2017, Reggio Calabria. **Anais [...]**. Reggio Calabria, p. 427-442, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Ari-Mariano/publication/319547360_Revisao_da_Literatura_Apresentacao_de_uma_Abordagem_Integradora/links/59beb024aca272aff2dee36f/Revisao-da-Literatura-Apresentacao-de-uma-Abordagem-Integradora.pdf. Acesso em: 18 jul. 2023.

MATIAS-PEREIRA, José. **Curso de administração pública**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

MERGEL, Inês; EDELMANN, Noella; HAUG, Nathalie. Definindo a transformação digital: resultados de entrevistas com especialistas. **Informações Governamentais Trimestrais**, [s.l.], v. 36, n. 4, p. 101385, 2019.

NEUMANN, Oliver; GUIRGUIS, Katharina; STEINER, Reto. Exploring artificial intelligence adoption in public organizations: a comparative case study. **Public Management Review**, [s.l.], p. 1-28, 2023. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14719037.2022.2048685>. Acesso em: 16 jul. 2023.

PRZEYBILOVICZ, Erico; CUNHA, Maria Alexandra; COELHO, Taiane Ritta. O desenvolvimento dos estudos sobre Governo Eletrônico no Brasil: um estudo bibliométrico e sociométrico. **Revista Electronica de Sistemas de Informação**, Campo Largo, v. 14, n. 3, p. 3-24, set.-dez. 2015. Disponível em: <https://www.proquest.com/openview/d27e27810491e0879b706cbc8510a868/1?pq-origsite=gscholar&cbl=178195>. Acesso em: 19 nov. 2023.

RANDMA-LIIV, Tiina. Adoption is not enough: Institutionalization of e-participation initiatives. **Public Policy and Administration**, [s.l.], v. 38, n. 3, p. 329-351, 2022. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/09520767211069199>. Acesso em: 14 set. 2023.

VAN NOORDT, Colin; MISURACA, Gianluca. Exploratory insights on artificial intelligence for government in Europe. **Social Science Computer Review**, [s.l.], v. 40, n. 2, p. 426-444, 2022. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0894439320980449>. Acesso em: 19 set. 2023.

Sobre os Autores

Edson Guimarães Passos

E-mail: edsongpassos@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2072-3492>

Mestre em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação pela Universidade de Brasília em 2024.

Endereço profissional: EGP Consultoria e Treinamentos, Rua 9, Lote 2, 403 A, Águas Claras Norte, Brasília, DF. CEP: 71908-541.

Paulo Gustavo Barboni Dantas Nascimento

E-mail: pgbdantas@gmail.com / pbarboni@unb.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5610-3901>

Pós-doutor em Farmacologia pela Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto em 2009.

Endereço profissional: Universidade de Brasília, Faculdade de Ciências e Tecnologias em Saúde, Câmpus Universitário, Centro Metropolitano, Ceilândia Sul, Brasília, DF. CEP: 72220-275.

Eduardo Antonio Ferreira

E-mail: eduardoantonioferreira@gmail.com /

eduardoferreira@unb.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1903-1352>

Pós-doutor pela Faculdade de Belas Artes, em Design de Tecnologias para a Saúde, na Universidade do Porto em 2024. Endereço profissional: Universidade de Brasília, Faculdade de Ciências e Tecnologias em Saúde, Câmpus Universitário, Centro Metropolitano, Ceilândia Sul, Brasília, DF. CEP: 72220-275.

Gestão dos Ativos de Propriedade Intelectual para Transferência de Tecnologia ao Setor Produtivo em Escritório de Inovação Tecnológica

Management of Intellectual Property Assets for Technological Transfer to the Production Sector in Technological Innovation Office

Tainara Gabriele Brito Rodrigues de Camargo¹, Liz Vanessa Lupi Gasparini², Anderson Gheller Froehlich²

¹Universidade do Estado de Mato Grosso, Sinop, MT, Brasil

²Universidade do Estado de Mato Grosso, Tangará da Serra, MT, Brasil

Resumo

Transferência tecnológica entre universidades e setor produtivo enfrenta desafios significativos, cabendo aos NITs promovê-la. A gestão de ativos de Propriedade Intelectual (PI) patenteados e transferidos pelo Escritório de Inovação Tecnológica/UFMT para transferir tecnologias (TT) ao setor produtivo foi investigada neste estudo de caso qualitativo descritivo, realizando-se pesquisa bibliográfica para relacionar práticas de Gestão de PI a fatores críticos para TT; pesquisa documental e telematizada para identificar ativos; e entrevistas sobre práticas da equipe. A análise revelou correlação entre fatores críticos da TT e objetivos e práticas de Gestão da PI nos NITs, identificando práticas que atenuam fatores críticos e lacunas para subsidiar futuras ações. Resultados evidenciaram baixa taxa de licenciamento, e práticas em RH, graduação, gestão, políticas, *marketing* e valoração/negociação para atenuar fatores críticos da TT. Apesar dos esforços, resultados sugerem que a gestão para TT precisa amadurecer, requerendo estratégia institucional, planejamento e incorporação de políticas, processos e práticas para efetiva execução.

Palavras-chave: Gestão da Transferência de tecnologia; Núcleos de inovação tecnológica; Colaboração universidade-empresa.

Áreas Tecnológicas: Prospecção. Gestão da Propriedade Intelectual. Gestão da Transferência de Tecnologia.

Abstract

Technology transfer between universities and the productive sector faces significant challenges, and it is up to the NITs to promote it. The management of patented Intellectual Property (IP) assets transferred by the Technological Innovation Office/UFMT to transfer technologies (TT) to the productive sector was investigated in this descriptive qualitative case study, carrying out bibliographic research to relate IP management practices to critical factors for TT; documentary and telematic research to identify assets; and interviews about team practices. Analysis revealed correlation between critical factors of TT and IP Management objectives and practices in NITs, identifying practices that mitigate critical factors and gaps to support future actions. Results showed a low licensing rate and practices in HR, undergraduate studies, management, policies, marketing and valuation/negotiation to mitigate critical factors of TT. Despite the efforts, results suggest that management for TT needs to mature, requiring institutional strategy, planning and incorporation of policies, processes and practices for effective implementation.

Keywords: Technology transfer management; Technological innovation centers; University-business collaboration.



1 Introdução

O ambiente de negócios tem se tornado mais dinâmico, exigindo que empresas e indústrias busquem constantemente inovação para se manterem relevantes e crescerem. Pequenos diferenciais na prestação de serviços ou na melhoria de produtos podem representar vantagem competitiva e impactar diretamente os lucros. Nesse sentido, Freeman (1982) destaca que inovar significa conferir um propósito econômico a uma nova ideia, independentemente de ser fruto de um invento genuíno. Além disso, a invenção só assume relevância econômica quando se transforma em inovação.

Na literatura sobre inovação, nota-se que, ao longo do tempo, com o amadurecimento e a consolidação das práticas e estudos na área, foram surgindo modelos para descrever e auxiliar o processo de desenvolvimento científico-tecnológico e de Transferência de Tecnologia (TT), ou processo de cessão de tecnologia, que compreende conhecimentos, informações, técnicas e métodos (*know-how*), destinados à produção de bens e serviços, cedidos pelo proprietário para outro interessado em sua exploração (INPI, 2017). Um dos modelos mais difundidos na análise das relações entre universidade, indústria e governo é o conceito da Hélice Tripla, desenvolvido por Etzkowitz e Leydesdorff (1995).

Nesse modelo, a universidade gera conhecimento, o governo incentiva a inovação e a indústria aplica as novas tecnologias, criando um ciclo contínuo de desenvolvimento e retroalimentando o sistema de inovação (Etzkowitz; Zhou, 2017).

A TT ainda é assunto complexo devido a algumas características e influências do processo: a inovação tecnológica deve ser rápida e contínua, as empresas têm dificuldades de identificar a melhor forma de inovar e de trabalhar com as universidades, e as próprias instituições não compreendem com clareza as necessidades das empresas, tampouco qual o melhor instrumento ou canal a ser utilizado para a difusão do conhecimento (Zammar, 2017). Enquanto as funções universitárias são, sobretudo, ensino e criação de novos conhecimentos, as empresas privadas buscam aplicar conhecimento para vantagem competitiva (Bruneel; D'Este; Salter, 2010).

Em 2004, a Lei de Inovação (Lei n. 10.973/2004) e, em 2016, o Marco Legal da CT&I (Lei n. 13.243/2016), ambos regulamentados pelo Decreto n. 9.283/2018, impulsionaram a inovação no Brasil (Rauen, 2016). A participação de universidades, grandes geradoras de invenções, foi essencial, com 33 das 50 maiores posições em pedidos de patentes (mais de 60%) ocupadas por IES públicas (INPI, 2023b). Apesar da força das universidades na pesquisa, um desafio persiste: transformar esse conhecimento em benefícios concretos para a sociedade (Fernandes *et al.*, 2018).

Portanto, cabe aos Núcleos de Inovação e Tecnologia (NITs) das universidades e das Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs) desempenharem um papel fundamental na facilitação e na intermediação das relações entre a academia e o setor produtivo, promovendo e gerenciando a TT, contribuindo para o aumento da competitividade do setor produtivo em âmbito regional e nacional (Lopes *et al.*, 2018; Dias; Porto, 2014). Para Prónay *et al.* (2022), a presença de um NIT dentro de uma universidade é o fator preponderante na determinação de um desempenho superior, no entanto, essas instituições enfrentam desafios e uma série de fatores críticos em sua gestão (Lopes *et al.*, 2018; Battaglia; Landoni; Rizitelli, 2017).

Entre os fatores críticos para a transferência tecnológica, há aspectos estruturais, culturais e políticas institucionais das universidades, cujas burocracia e rigidez dos processos chegam a desviar pesquisadores e parceiros empresariais dos Escritórios de Transferência de Tecnologia (ETT), estabelecendo relações informais e de consultoria ou excluindo IES do processo formal de transferência tecnológica e do compartilhamento de seus resultados (Santana; Porto, 2009; Closs *et al.*, 2012; Araújo, 2017 *apud* Ribeiro; Mendonça; Diniz, 2021).

Estudos recentes exploraram os desafios da TT. Žmuidzinaitė, Žalgevičienė e Užienė (2021) destacaram a formulação estratégica e o desenvolvimento de redes de contatos. Hora *et al.* (2020) enfatizaram o *marketing* e o licenciamento de contratos em NITs brasileiros. Por sua vez, Ribeiro, Mendonça e Diniz (2021) discutiram a importância dos recursos humanos e das políticas institucionais para a Transferência de Tecnologia.

Para reduzir as divergências e atenuar ou eliminar os fatores críticos destacados, os NITs ou os ETTs geralmente adotam ou propõem modelos de TT com características próprias de sua organização e do ambiente em que está inserida (Pagani *et al.*, 2016), aderindo a práticas de gestão mais eficazes para proteger a Propriedade Intelectual (PI), conforme afirmam Lazzarin *et al.* (2024).

Com o intuito de garantir que a TT cumpra seu objetivo de transmitir conhecimento e inovação ao consumidor final, os NITs devem estabelecer procedimentos claros, protocolos eficientes e organizar seu processo de TT (Ramos; Sartori, 2023), aprimorando continuamente esses mecanismos para aumentar sua eficácia, considerando a rápida evolução do ambiente tecnológico. No entanto, há uma lacuna na literatura em relação aos estudos que abordam a implementação de mecanismos de gestão da transferência de tecnologia (Alexander; Martin, 2013; Silva; Segatto, 2017; Cavalcante; Renault, 2019; Spiroska; Bimbilovski, 2019).

Frente à crescente importância da gestão dos ativos de PI para a TT, é fundamental compreender como as práticas organizacionais influenciam os resultados desse processo

(Battaglia; Landoni; Rizitelli, 2017). Recentemente, Lazzarin *et al.* (2024) identificaram práticas eficientes de gestão da PI em NITs de IES no Brasil, superando desafios estruturais, de recursos humanos e financeiros. Além disso, Ferreira e Souza (2019) examinaram os procedimentos e os critérios para a valoração de patentes em NITs, evidenciando sua relevância para futuras negociações.

Diante do contexto, este estudo busca investigar a gestão de ativos de Propriedade Intelectual que a Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) tem implementado por meio do seu Escritório de Inovação Tecnológica (EIT) para transferir tecnologia ao setor produtivo. Como desdobramentos, buscou-se: a) identificar seus ativos de PI patenteados e transferidos; e b) descrever evidências das práticas, visando atenuar fatores críticos da Transferência Tecnológica ao setor produtivo.

Para Micaelo e Castro (2021), entender o contexto da transferência de tecnologias e seus entraves é importante para traçar estrategicamente os objetivos, delimitar e implementar políticas institucionais e corrigir e redefinir os rumos e estratégias, empregando esforços para que de fato haja a TT para o setor produtivo com ganho para ambos os lados.

2 Metodologia

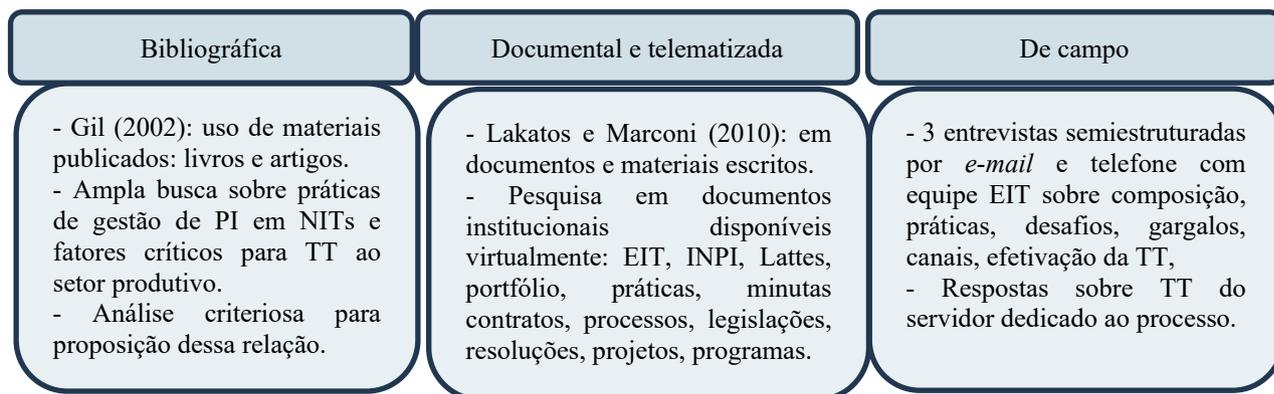
Com o objetivo de investigar a gestão dos ativos de Propriedade Intelectual do Escritório de Inovação Tecnológica da UFMT, visando a transferência de tecnologia para o setor produtivo, esta pesquisa adota uma abordagem qualitativa em estudo de caso descritivo, conforme apresentado na Figura 1.

Para identificar os ativos patenteados e transferidos do EIT-UFMT ao setor produtivo, foram consultadas duas fontes de dados: o Portfólio Tecnológico do EIT, disponível em seu *site*, e a plataforma Orbit Intelligence. O primeiro ofereceu informações sobre as patentes depositadas e transferidas pela UFMT, enquanto o segundo permitiu identificar as patentes desenvolvidas em parceria com outras instituições e a área de predominância do domínio tecnológico das invenções.

A descrição das evidências de práticas de gestão da PI no EIT-UFMT e sua influência na transferência tecnológica ao setor produtivo foram identificados por objetivos e suas práticas adotados por NITs em IES no Brasil. Esses objetivos, como proteção da PI, capacitação da equipe, entre outros (Figuras 2, 3 e Quadro 1), foram relacionados a elementos de gestão ou fatores críticos para a TT por NITs: recursos humanos, proteção da PI, políticas de patenteamento, *marketing*, valoração e negociação, e transversais, conforme destacado por Lazzarin *et al.* (2024) e Ribeiro, Mendonça e Diniz (2021), respectivamente.

Foram pesquisadas evidências das práticas desses objetivos realizadas no EIT. Os resultados das pesquisas documental e de campo foram apresentados em um quadro relacionando fatores críticos da TT (Ribeiro; Mendonça; Diniz, 2021) às práticas de gestão da PI de cada objetivo (Lazzarin *et al.*, 2024). Os dados secundários entregam robustez e formalidade às respostas da equipe, permitindo ampliar a capacidade analítica das informações. A análise de dados qualitativa foi realizada à luz da literatura, visando reconhecer as práticas de gestão de ativos de PI do EIT e outros NITs que contribuem para atenuar fatores críticos da TT, e identificar lacunas para subsidiar futuras ações.

Figura 1 – Síntese das pesquisas realizadas no estudo de caso



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

3 Resultados e Discussão

Lazzarin *et al.* (2021) apresentaram um mapeamento das práticas de gestão de PI usadas por NITs brasileiros, correlacionando-as a cada objetivo de gestão da PI, conforme mostra a Figura 2.

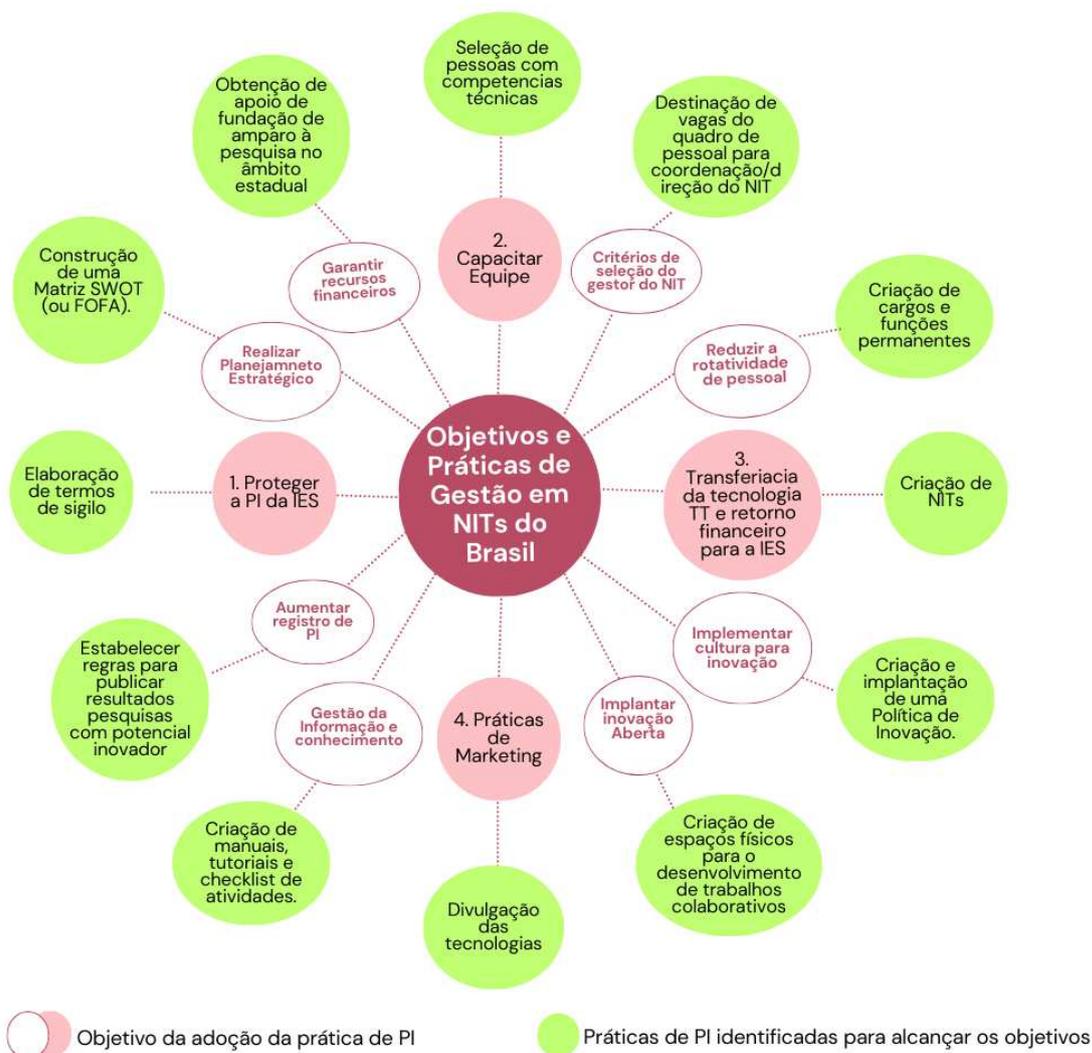
Ribeiro, Mendonça e Diniz (2021) identificaram elementos de gestão considerados fatores críticos para a Transferência de Tecnologia em Núcleos de Inovação Tecnológica em NIT brasileiro: Recursos Humanos, Proteção da PI, Política de Patenteamento, Política de Marketing, Política de valoração e negociação.

Nesse estudo, foi estabelecida a relação entre os objetivos da Gestão da PI e os elementos de gestão críticos da transferência tecnológica, no intuito de oferecer aos NITs uma forma de identificarem, analisarem e aprimorarem

suas práticas de gestão de PI que podem atenuar elementos de gestão considerados fatores críticos da transferência de tecnologia, visando potencializá-la. Os objetivos de gestão da PI de elaborar o planejamento estratégico, gerir informação e conhecimento, implantar cultura de inovação e garantir recursos financeiros (Ribeiro; Mendonça; Diniz, 2021) foram considerados transversais, e, portanto, esse elemento de gestão para a Transferência Tecnológica foi acrescentado aos anteriores.

A Figura 3 ilustra a relação entre os elementos de gestão considerados fatores críticos da Transferência Tecnológica por NITs (Ribeiro; Mendonça; Diniz, 2021) e os objetivos de gestão de PI dos NITs brasileiros (Lazzarin *et al.*, 2024), evidenciando a conexão entre esses elementos, de modo que ações nas práticas que permitem atender aos objetivos podem impactar sua Transferência Tecnológica.

Figura 2 – Algumas práticas de gestão da Propriedade Intelectual e seus objetivos



Fonte: Elaborada a partir de Lazzarin *et al.* (2024)

3.1 EIT-UFMT e seus Ativos de Propriedade Intelectual Patenteados e Transferidos

A Lei n. 9.279/1996 e a Lei n. 13.243/2016 foram fundamentais para o estabelecimento e desenvolvimento dos NITs no Brasil, agindo como mediadores entre pesquisadores e indústria para a comercialização de tecnologias. O Escritório de Inovação Tecnológica (EIT) da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) opera em conformidade com essas leis, sendo criado pela Resolução CD n. 18/2007 e atualizado pela Resolução CD n. 17/2016, com suas competências e processos legais definidos na Resolução CD n. 13/2018.

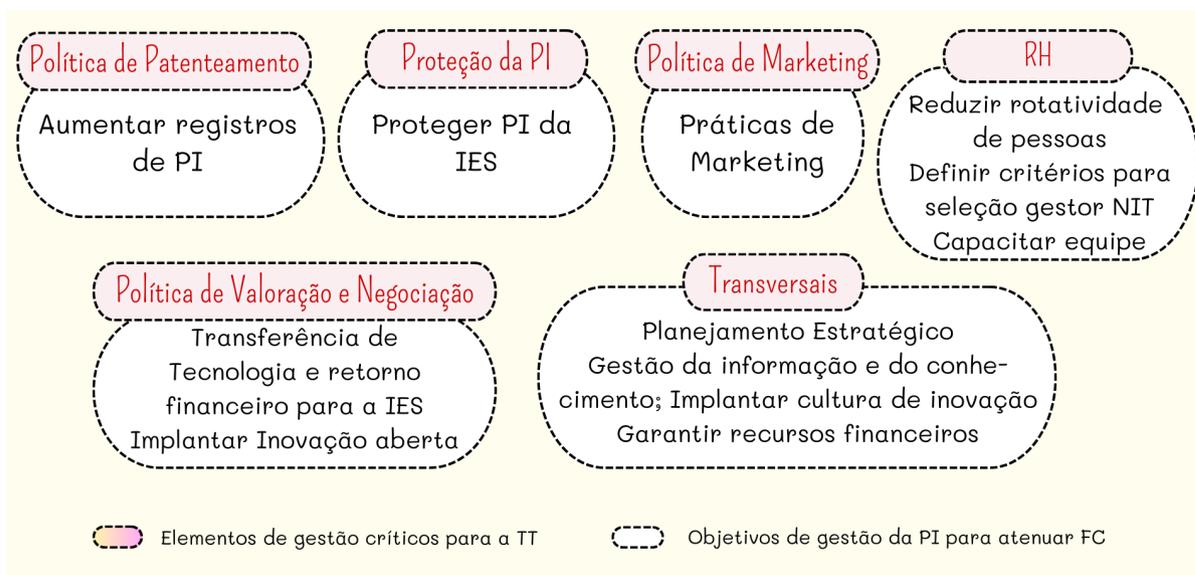
No *website* do EIT se observa um Portfólio Tecnológico, atualizado com todas as patentes da UFMT, e por ele gerenciado, com 49 patentes depositadas no INPI, sendo 38 de inovação e 11 de modelo de utilidade. Dados obtidos na plataforma Orbit revelam que 12 pertencem à Fundação Universidade Federal de Mato Grosso (FUFMT) em parceria com sete Universidades Federais, uma Estadual e um Instituto Federal, abrangendo sete Estados do país. Em sua linha histórica, percebe-se a evolução dos depósitos de patentes de 2013 a 2023, com pico em 2019 e 2020, e tendência crescente nos últimos três anos. O domínio da tecnologia empregada nessas patentes se concentra nas áreas farmacêutica, máquinas especiais, móveis/jogos, medição e química, nessa ordem (Orbit Intelligence, 2023).

Desse banco de 49 patentes, os *websites* do EIT-UFMT e do INPI apresentam nove com nível de maturidade tecnológica nos níveis 7, 8 e 9, que, segundo a escala da Embrapa, representam sua fase final, na qual

o produto está desenvolvido e pronto para o mercado, apto para a TT. Dessas, três foram concedidas, sendo uma com grau de maturidade 8, do segmento Indústria de Máquinas e Equipamentos, e duas com grau 4 e 6, das Indústrias de Componentes Eletrônicos e Agroambiental, respectivamente.

Das 49 patentes, apenas duas foram transferidas para o setor produtivo, relativas à Indústria Agroambiental, o que representa uma taxa média de transferência tecnológica de 4,1%. As demais tecnologias ficam estocadas gerando custos de manutenção e de registro à Instituição. Essa realidade preocupante e comum à maioria dos NITS de IES brasileiras é evidenciada há algum tempo e assim permanece. Dalmarco *et al.* (2011) ressaltam que universidades brasileiras parecem demonstrar preocupação maior em preservar conhecimento que desenvolver parcerias efetivas com empresas, o que, em vez de contribuir com tecnologia para o setor empresarial, acaba retendo o conhecimento internamente, muitas vezes na forma de patentes. Dias e Porto (2013) e Araújo (2017) revelam baixas taxas de licenciamento de patentes de instituições públicas brasileiras e apontam que 90% ou mais do portfólio de tecnologia geram apenas custo de proteção e manutenção na instituição. O Relatório Anual da Pesquisa Fortec de Inovação, ano base 2022 (Fortec, 2023, p. 65) constatou que “O número reduzido de NIT que formalizaram contratos evidenciam a necessidade de uma análise mais aprofundada e priorização da atividade de transferência de tecnologia”. Portanto, é relevante investigar a gestão dos ativos de PI do EIT para transferir tecnologia, identificando práticas que atenuem fatores críticos de transferência tecnológica, suas lacunas e dificuldades.

Figura 3 – Objetivos de gestão da Propriedade Intelectual para atenuar elementos de gestão críticos para a Transferência de Tecnologia em Núcleos de Inovação Tecnológica



Fonte: Elaborada a partir de Lazzarin *et al.* (2024) e Ribeiro, Mendonça e Diniz (2021)

3.2 Gestão dos Ativos de PI para Transferência Tecnológica do EIT-UFMT ao Setor Produtivo

A equipe do EIT-UFMT é composta de seis servidores: Diretor, Gerente de Empreendedorismo, Incubação e Propriedade Intelectual; e de quatro agentes de inovação, responsáveis pela gestão de pedidos de patentes, *softwares* e marcas protocolados, e promove o empreendedorismo por meio de editais de incubadoras e apoio à criação de empresas júnior. Também executa processos de proteção (pedido/registo e avaliação da maturidade tecnológica), monitoramento e comercialização de ativos (prospecção ativa, negociação), e a UFMT atua na formalização e gestão dos recursos. No entanto, o tamanho da equipe é modesto, dada a grande comunidade acadêmica da UFMT, o que contrasta com a estrutura prevista para o EIT. As evidências das práticas identificadas no EIT são apresentadas no Quadro 1 e detalhadas a seguir.

Em termos de Recursos Humanos (RH), o EIT não enfrenta problemas de rotatividade de pessoal e, portanto, não implementa práticas específicas para isso. Não há critérios definidos para seleção do gestor do NIT ou ensino de PI na graduação (responsabilidades da alta gestão), não são contratadas empresas especializadas ou *software* de gestão da PI, programas de formação ou contratação de agentes de inovação. A equipe possui conhecimento multidisciplinar, competências técnicas e experiência acadêmica, de acordo com currículos Lattes. Pietrowski *et al.* (2020) destacam a necessidade de funcionários dos NITs possuírem habilidades diversas, como capacidade de negociação e conhecimento do mercado e aspectos legais de PI.

A equipe do EIT participou e/ou idealizou vários eventos para aprimorar o conhecimento em inovação, empreendedorismo e propriedade intelectual: capacitação em Investimentos e Comércio Exterior, *Marketing* Digital: tráfego pago; III Edição da Semana da Inovação de Mato Grosso, realizado por entidades ligadas ao ecossistema de inovação de Mato Grosso; Workshop Rota Industrial; Feira do Empreendedor 2023, XVII Encontro Nacional FORTEC, VII Congresso Internacional Profnit e XIII ProspeCT&I (UFMT, 2023).

Para aumentar, simplificar e proteger a PI, o EIT oferece minutas de termos de sigilo e confidencialidade e para formalização de contrato com autores e inventores, formulários de questionário de invenção, formulários diversos e mapeamento de processos, conforme Resolução n. 17/2016. Essas ações visam mitigar a burocracia, apontada como uma barreira significativa (Santos *et al.*, 2015; Dias; Porto, 2013; Garnica; Torkomian, 2009). Segundo a equipe, os pesquisadores devem apresentar formulário de avaliação PI - patente, busca de anterioridade, relatório descritivo, reivindicações, desenhos, resumo,

termo de participação em invenção e valoração/custos. O *website* dispõe os trâmites, os processos de registro de marcas, o pedido de registro de programa de computador, o pedido de patente, a criação de empresa júnior e a TT de *softwares*.

No Plano de Desenvolvimento Institucional da UFMT 2019/2023, o EIT informa que monitora projetos de pesquisa com potencial inovador pelo Sistema de Gerenciamento de Projetos de Pesquisa (SGPP) como estratégia para fomentar a inovação no âmbito da UFMT, apesar de entenderem que nem toda pesquisa com potencial inovador resulta em PI. A equipe utiliza o mapeamento de processos para facilitar a TT, enquanto as regras para publicação de pesquisas são estabelecidas pela PROPEQ e agências de fomento à pesquisa. O EIT aumentou seu retorno financeiro, incluindo *royalties* não relacionados ao registro de PI.

Foram identificados projetos e programas que ofertam cursos/minicursos de proteção dos direitos de PI, e notícias da produção científica e tecnológica mapeados em parceria com a Pró-Reitoria de Pesquisa (PROPEQ), conduzindo trabalhos de pesquisa e extensão em apoio à TT e geração de empreendimentos inovadores, como o Catalisa UFMT e o Centelha MT. Diniz, Cruz e Correa (2018) destacam que a gestão das pesquisas e projetos tecnológicos é importante na interação universidade-setor produtivo, impactando diretamente na TT depositada, pois o olhar empreendedor combinado com habilidades da equipe dos NITs pode revelar potencial de mercado em uma tecnologia que até então o pesquisador não enxergava, por não possuir conhecimento de mercado e, portanto, não identificar oportunidades.

As informações de prontidão tecnológica dos pesquisadores dos projetos, conforme a Resolução n. 191/2017 do INPI e a escala TRL da Embrapa são utilizadas pelo EIT para indicar o nível de maturidade de suas tecnologias, fator que influencia diretamente a análise da equipe na decisão estratégica da sua manutenção ou abandono. Em contraponto, para o Diretor do EIT “pode-se esclarecer que, não é regra ou consenso que patentes com maior maturidade tecnológica tenham maior probabilidade de obter TT, pois há fatores externos como tendências de mercado, economia, processos e produção industrial, matéria prima, entre outros, que tornam essa equação um pouco mais aprofundada.”

No EIT, a falta de uma política de patenteamento eficaz pode levar à inclusão no portfólio de tecnologias que talvez não sejam comercializadas. No entanto, o escritório monitora e atualiza os ativos de PI do portfólio, pois considera estratégico para futuros negócios com o setor produtivo. Ribeiro e Vasconcellos (2019) destacam que avaliação tecnológica garante melhor gerenciamento do portfólio de patentes, o que está alinhado com o Artigo 16º

da Lei de Inovação, que estabelece, entre outros pontos, o acompanhamento dos pedidos de propriedade intelectual.

O *website* do EIT faz parte de sua estratégia de *marketing*, destacando tecnologias por meio de vitrines e resumos executivos. Além disso, promove eventos e visitas institucionais, com programação disponível *online*. Embora não invista em *marketing* nas redes sociais, desenvolveu em 2022 o projeto “Prospecção Ativa” para identificar potenciais parceiros regionais, embora sem sucesso. Em 2023, conduziu o projeto “Levantamento de demandas da sociedade” para alinhar suas ações com as necessidades das empresas, resultando em parcerias com laboratórios multiusuários (EIT – Relatório de Gestão, 2023).

O EIT busca ativamente parcerias com o setor produtivo para a TT, mas enfrenta dificuldades na comunicação com empresas. Para superar essa barreira, o EIT utiliza as redes sociais para transmitir eventos, divulgar editais e o portfólio de patentes da UFMT atualizado. Ainda, colabora com pesquisadores na busca por parcerias, apoiando-se na experiência prévia positiva e em iniciativas não financeiras para facilitar a TT. Nesse sentido, Christ, Cunico e Silva (2022) destacam a importância de priorizar canais de comunicação acessíveis aos empresários e promover a inovação aberta por meio de espaços colaborativos, alianças e participação em feiras de negócios. Essa prática é corroborada por Garnica e Torkomian (2009), que afirmam que uma experiência de bom relacionamento prévio entre as partes envolvidas é um dos facilitadores para a TT, como eventos e outras atividades que promovam o diálogo entre a academia e o setor produtivo.

Valorar a PI é atribuir um valor justo ao invento, que represente o potencial econômico da tecnologia no momento da análise do valor e que apoie o processo de negociação entre as partes (Ferreira; Souza, 2019). Em relação à política de valoração e de negociação para realizar a TT e obter retorno financeiro para a IES, o EIT foi criado na sede da UFMT e articula representantes locais nos câmpus do interior (Relatório de Gestão UFMT, 2023). Não foram identificadas evidências de contratação de funcionários com experiência em TT e de empresas especializadas, e de fomento e acompanhamento de longo prazo em pesquisas com potencial de aplicação industrial. O compartilhamento de laboratórios e o estudo de análise de mercado e viabilidade econômica da tecnologia estão previstos em resolução, sendo disponibilizada uma planilha de valoração de custo como documento a ser apresentado no pedido de patente.

No EIT, as práticas para valoração e negociação foram evidenciadas pela criação de incubadora, empresas juniores, cooperação e busca de investidores no setor produtivo por

adesão a projetos inovadores relevantes como o Programa Centelha. Ferreira e Souza (2019) destacaram a valoração de patentes como etapa fundamental para negociar o invento.

Foram identificadas colaborações como o Programa de Qualificação para Exportação (PEIEX-MT), e suporte jurídico da Procuradoria da UFMT, além de documentos padronizados da AGU. A Priante Incubadora EIT-UFMT foi criada como ambiente de inovação e apoio a parques tecnológicos, envolvendo empresas juniores para criar negócios de base tecnológica, não tendo sido identificadas *spin-offs*. As empresas juniores estimulam o empreendedorismo de discentes. O projeto Catalisa UFMT coopera com o setor produtivo, realiza testes de tecnologia e oferece serviços de consultoria, assessoria, avaliação e prospecção tecnológica, busca investidores industriais e cria serviços de informação para facilitar a TT. O Relatório de Gestão UFMT (2023b) destaca a participação de servidores dos *Campi* de Sinop e Araguaia nas atividades da Incubadora, incluindo o Curso de Implantação Cerne de Gestão de Incubadoras, considerado grande ganho, pois a incubadora busca a certificação Cerne.

A equipe destacou a dinamicidade do modelo de gestão do EIT-UFMT, que varia de acordo com os contratos de transferência de tecnologia. Após o depósito do pedido de patente, o EIT busca empresas interessadas em licenciar a tecnologia. Se houver interesse, as partes negociam e formalizam um contrato. Atualmente, o EIT-UFMT possui dois contratos consolidados de TT, focados no fornecimento de *know-how*, estabelecendo condições para adquirir conhecimentos e técnicas não protegidos por propriedade industrial. Esses acordos foram estabelecidos a partir de pesquisas em colaboração com empresas. Garnica e Torkomian (2009) enfatizam elementos-chave para parcerias efetivas universidade-empresa, incluindo estrutura de apoio para patenteamento e comercialização de tecnologia, retorno financeiro para inventores e confiança mútua entre as partes.

Para implementar a cultura para a inovação, foi criada e implantada uma Política de Inovação, disponível na Resolução CD n. 17/2016 como incentivo à inovação e à pesquisa C&T para ambiente produtivo e proteção da PI na UFMT. O EIT oferece minutas para a concretização de parcerias e convênios com instituições públicas e privadas e investe em atividades de pesquisa científica e tecnológica em parceria com a PROPEQ. Yoggi (2017) destaca que a cultura da inovação deve estar relacionada ao alinhamento com objetivos estratégicos, à importância do *feedback* e ao reconhecimento dos colaboradores.

Quadro 1 – Evidências de práticas (de objetivos) de gestão da propriedade intelectual do EIT-UFMT relacionadas a fatores críticos (FC) de transferência de tecnologia

FATORES CRÍTICOS	OBJETIVOS E PRÁTICAS DE GESTÃO DA PI PARA ATENUAR FATORES CRÍTICOS DA TT		EVIDÊNCIAS DE PRÁTICAS DE GESTÃO DA PI DO EIT-UFMT
Recursos Humanos (RH)	Reduzir a rotatividade de pessoal	Realização de concursos públicos.	Concurso público – último realizado em 2021.
		Criação de cargos e funções permanentes.	Segundo equipe EIT: competência alta gestão e Gestão Pessoas.
		Existência de plano de carreira para concursado.	Plano de carreira servidores técnicos administrativos em educação, nada em específico para a área.
	Critérios de seleção do gestor do NIT	Análise cuidadosa do perfil do gestor.	Segundo equipe EIT: competência da alta gestão PROGEP.
		Destinação de vagas do quadro de pessoal para coordenação/direção do NIT.	
	Capacitar a equipe	Contratação de funcionários com conhecimento multidisciplinar.	Servidores mestres em Propriedade Intelectual e formação e habilidades multidisciplinar – Plataforma lattes.
		Seleção de pessoas com as competências técnicas e habilidades necessárias.	
		Avaliação das capacidades e experiência acadêmica da equipe.	
		Contratação de empresas especializadas em gestão da PI.	Segundo equipe EIT: não realizadas.
		Implementação de programas de formação e capacitação.	
Contratação de <i>Software</i> de gestão da PI.			
Ensino de PI na graduação.			
Proteção da PI	Proteger a PI da IES	Elaboração de termos de sigilo e confidencialidade.	Minutas.
		Formalização de contrato com autores e inventores.	
		Preenchimento de questionário de invenção.	Formulários.
		Ofertas de cursos, minicursos, de proteção dos direitos de PI.	Projetos e Programas – Centelha MT.
		Mapeamento da produção científica e tecnológica.	Resolução CD n. 17, 30/09/2016 - incentivo à inovação e à pesquisa C&T p/ ambiente produtivo e proteção da PI na UFMT Atividade integrada com a Pró-reitoria de Pesquisa.
		Mapeamento dos projetos de pesquisa.	Monitoramento Sistema Gerenciamento Proj. Pesq. extraindo inovadores.
		Contratação de empresas especializadas.	Segundo equipe EIT: não realizadas.

FATORES CRÍTICOS	OBJETIVOS E PRÁTICAS DE GESTÃO DA PI PARA ATENUAR FATORES CRÍTICOS DA TT	EVIDÊNCIAS DE PRÁTICAS DE GESTÃO DA PI DO EIT-UFMT	
Política de Patenteamento	Aumentar registros de PI	Estabelecer regras para publicar resultados pesquisas com potencial inovador.	Segundo equipe EIT: não realizadas.
		Facilitação da transferência da tecnologia.	Mapeamento de processos de acordo com o EIT.
		Aumento do retorno financeiro.	Recebimento de <i>Royalties</i> não relacionados a registro de PI.
		Desburocratização do processo de registro.	Minutas – Formulários – 5 processos mapeados.
		Parcerias com outras instituições (públicas e privadas).	Res. CD n 17/2016 incentivo I&PCT Amb. Prod. Proteção PI UFMT
Política de Marketing	Práticas de Marketing	Divulgação das tecnologias desenvolvidas.	Portfólio Tecnológico.
		Criação de vitrines tecnológicas.	
		Descrição das tecnologias por resumos executivos.	
		Contratação de Agentes de Inovação.	Segundo equipe EIT: não realizadas.
		Realização de eventos e visitas institucionais.	Eventos – Agenda dos gestores.
Política de Valoração e de Negociação	Transferência da tecnologia (TT) e retorno Financeiro para a IES	Adoção de estratégias para identificar parceiros em potencial.	Projetos de extensão “Prospecção Ativa”. Projeto Estratégico “Levantamento de demandas da sociedade”.
		Criação de NITs.	EIT sede e articulação c/ representantes locais câmpus do interior.
		Contratação de funcionários com experiência em TT.	Segundo equipe EIT: não realizadas.
		Contratação de empresas especializadas.	
		Fomentar e acompanhar longo prazo pesquisas c/ potencial aplicação industrial.	
		Estudo de análise de mercado e viabilidade econômica da tecnologia.	Resolução CD n. 17, 30/09/2016 – incentivo à inovação e à pesquisa C&T p/ ambiente produtivo e proteção da PI na UFMT.
		Compartilhamento de laboratórios.	Programa de Qualificação Para Exportação (PEIEX-MT).
		Realização de pesquisas colaborativas.	Suporte jurídico concedido pela PGF/UFMT de acordo com o EIT Documentos padronizados da AGU, como <i>check list</i> , minutas de contratos, pareceres – não constam no <i>website</i> do EIT.
		Disponibilização de suporte jurídico aos pesquisadores.	Priante Incubadora – EIT-UFMT.
Criação ambientes inovação (incubadoras) e apoio a parques tecnológicos.	Priante Incubadora EIT-UFMT e Empresas Juniores.		
	Auxílio à criação de empresas de base tecnológica (empresas júniores e <i>spin-offs</i>)		

FATORES CRÍTICOS	OBJETIVOS E PRÁTICAS DE GESTÃO DA PI PARA ATENUAR FATORES CRÍTICOS DA TT		EVIDÊNCIAS DE PRÁTICAS DE GESTÃO DA PI DO EIT-UFMT
Política de Valoração e de Negociação	Transferência da tecnologia (TT) e retorno Financeiro para a IES	Estímulo ao empreendedorismo na graduação e dos discentes.	Empresas Jr; Res. n. 2/2015 Criação Programa de Apoio Inov. Tecn. e Emp. BIT.
		Cooperação com o setor produtivo.	Projeto Catalisa UFMT. Centelha MT.
		Busca de investidores em setores industriais.	
		Testes de tecnologia e serviços de consultoria e assessoria.	
		Criação de serviços de informação para facilitar a TT.	
	Avaliação tecnológica (prospecção tecnológica).		
Implantar Inovação Aberta	Criação de canais de comunicação mais acessíveis.	Ações como: “Café da manhã com EJ UFMT”, transmissão ao vivo pelas redes sociais para divulgar editais e eventos. Resolução n. 2/2015 Criação Programa Apoio Inov. Tecn. e Emp. BIT.	
	Criação de espaços físicos para o desenvolvimento de trabalhos colaborativos.	Resolução CD n. 17, 30/09/2016 - incentivo à inovação e à pesquisa C&T p/ ambiente produtivo e proteção da PI na UFMT.	
	Formação de alianças com associações comerciais e industriais municipais.		
Transversais	Realizar Planej. Estrat.	Construção de uma Matriz SWOT (ou FOFA).	Segundo equipe EIT: realizadas.
		Adaptação de práticas bem-sucedidas de outras universidades.	
	Gestão Inform. e conhecimento	Criação política transição conhecimentos e compartilhamento informações	<i>Website.</i>
		Criação de manuais, tutoriais e checklist de atividades.	Minutas – Formulários – 5 processos mapeados.
	Implementar Cultura para Inovação	Criação e implantação de uma Política de Inovação.	Resolução CD n. 17 /2016 incentivo I&PCT Amb. Prod. Proteção PI. Resolução n. 2 /2015 Criação Programa Apoio Inov. Tecn. e Emp. BIT.
		Investimento em atividades de pesquisa científica e tecnológica.	Parceria com a Pró-reitoria de Pesquisa. Resolução n. 2 /2015 Criação Prog. Apoio Inov. Tecn. e Emp. BIT.
		Concretização de parcerias e convênios com instituições públicas e privadas.	Minutas.
	Garantir Recursos Financeiros	Obtenção de apoio de fundação de amparo à pesquisa no âmbito estadual.	Projetos e Programas.
		Captação e aplicação recursos financeiros, agências financiadoras projetos PD&I	
Otimização das fontes orçamentárias.			

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2024)

Lazzarin *et al.* (2024) destacam a importância de otimizar recursos da inovação. A captação e a aplicação de recursos financeiros são garantidas pelo EIT por meio de projetos e de programas, com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa de Mato Grosso e de agências financiadoras de projetos de PD&I. A PROPEQ enfatiza a otimização das fontes orçamentárias para fomentar a cultura de inovação, citando o aumento da produção científica da UFMT. Leal e Figueiredo (2021) destacam que o Brasil investe uma taxa similar a economias de renda alta em P&D, porém os resultados em inovação e o aumento de produtividade ainda são limitados, sugerindo a importância de direcionar o olhar para a demanda com o propósito de garantir que a inovação beneficie a sociedade.

Apesar de não localizar documentação referente ao Planejamento Estratégico (PE) do EIT como Matriz SWOT, nem de adaptação de práticas bem-sucedidas de outras universidades, a equipe informou que possui PE, destacada por Freitas, Lago e Bulhões (2020) como uma ferramenta para gestão eficiente dos NITs, visando identificar seus pontos fortes e fracos e conhecê-los melhor. Segundo a equipe, o EIT implementa e adapta práticas bem-sucedidas de outras IES, que a Pesquisa Fortec de Inovação (Fortec, 2023) concluiu que contribui para o desenvolvimento de NITs.

Em termos de fatores críticos, os resultados do EIT-UFMT corroboram a literatura na área ao identificar como fatores críticos para a TT no setor produtivo: o *marketing* institucional, a valoração da tecnologia e o licenciamento de contratos (Hora *et al.*, 2020), a formulação de estratégias, o desenvolvimento de relacionamentos com investidores, o *networking*, a criação de unidades especializadas na interação com a indústria e a *expertise* da equipe em assuntos empresariais (Žmuidzinaitė; Žalgevičienė; Užienė, 2021). Além disso, a pesquisa reitera a importância de se obter recursos humanos qualificados, proteção da PI, políticas de patenteamento, de *marketing* e de valoração e negociação, como apontados por Ribeiro, Mendonça e Diniz (2021). Ao analisar esses fatores, percebe-se a relevância de práticas eficazes de gestão para o sucesso da transferência de tecnologia entre universidades e setor produtivo.

4 Considerações Finais

O estudo investigou a gestão dos ativos de Propriedade Intelectual (PI) do Escritório de Inovação Tecnológica (EIT) da UFMT e identificou que, apesar do aumento no número de patentes registradas, a taxa de transferência tecnológica permanece baixa, com apenas duas transferências concretizadas. Isso aponta para a necessidade de aprimorar as práticas de valoração, *marketing* e negociação de PI para fortalecer a interação entre a universidade e o setor produtivo.

Além disso, destaca-se a necessidade de ampliar sua capacitação e desenvolver estratégias mais eficazes de comercialização e parcerias com o setor produtivo. A implementação de políticas institucionais mais robustas também é essencial para mitigar os fatores críticos da transferência tecnológica.

Uma limitação significativa deste estudo é que ele se baseia em um único caso, o que pode restringir a generalização dos achados para outros Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs) ou instituições. A coleta de dados se limitou a entrevistas com a equipe do EIT e à pesquisa em documentos institucionais, o que pode ter levado a uma visão parcial das práticas e dos resultados do escritório.

Outras fontes de dados, como entrevistas com empresas parceiras ou usuários finais das tecnologias transferidas, poderiam oferecer uma perspectiva mais completa. Outrossim, a análise dos resultados foca principalmente no contexto institucional da UFMT, o que pode não refletir plenamente os desafios e as oportunidades enfrentados por outras instituições com características e ambientes diferentes.

5 Perspectivas Futuras

Estudos futuros podem aprofundar a investigação sobre práticas de gestão para atenuar, ou até mesmo solucionar, os desafios que o EIT-UFMT enfrenta em relação à gestão e à transferência de suas tecnologias. Sugere-se explorar práticas implementadas por outras instituições de ensino superior e analisar sua adaptação ao EIT, com o intuito de aprimorar seus processos internos e de promover a transferência de tecnologia, o desenvolvimento tecnológico e a inovação. Especialmente, revisar e propor processos e práticas para o desenvolvimento e a oferta de tecnologias relacionadas à demanda existente, aplicando-os nos seus projetos tecnológicos e de inovação.

A gestão do EIT pode aplicar métricas para avaliar o desempenho das suas práticas, alinhadas aos seus objetivos estratégicos. Isso iria além de métricas de geração e de aplicação de conhecimento para as que fornecem *insights* mais profundos sobre a eficácia de iniciativas inovadoras sustentáveis. As taxas de sucesso na comercialização de inovações, a duração dos ciclos de transferência de tecnologia (da concepção à comercialização) e a taxa e o retorno do reinvestimento em novas tecnologias transferidas – retroalimentando o ciclo de inovação – são indicadores valiosos, particularmente, ao avaliar o impacto econômico e de sucesso de longo prazo da Transferência Tecnológica. Além disso, o desenvolvimento de indicadores-chave de desempenho para monitorar processos e resultados pode impulsionar a melhoria contínua e orientar decisões estratégicas, aumentando, em última análise, o impacto das práticas de gestão na transferência de tecnologia ao setor produtivo.

Referências

- ALEXANDER, A. T.; MARTIN, D. P. Intermediaries for open innovation: A competence based comparison of knowledge transfer offices practices. **Technological Forecasting and Social Change**, [s.l.], v. 80, n. 1, p. 38-48, 2013. DOI: 10.1016/j.techfore.2012.07.013.
- ARAÚJO, J. C. A contribuição da comunicação nos processos de transferência de tecnologias nas universidades: caso UFMG. **Inovação, Ciência, Tecnologia e Gestão**, [s.l.], p. 295, 2017.
- BATTAGLIA, D.; LANDONI, P.; RIZZITELLI, F. Organizational structures for external growth University Technology Transfer Offices: explorative analysis. **Technological Forecasting and Social Change**, [s.l.], v. 123, p. 45-56, 2017. DOI: 10.1016/j.techfore.2017.06.017.
- BRASIL. **Lei n. 13.243, de 11 de janeiro de 2016**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2015-2018/2016/Lei/L13243.htm. Acesso em: 2 maio 2023.
- BRUNEEL, J.; D'ESTE, P.; SALTER, A. Investigating the factors that diminish the barriers to university-industry collaboration. **Research Policy**, [s.l.], v. 39, n. 7, p. 858-868, 2010. DOI: 10.1016/j.respol.2010.03.006.
- CAVALCANTE, F. V.; RENAULT, T. Desenvolvimento de Competências de Escritórios de Transferência de Tecnologia: uma proposta baseada em processos de aprendizagem e na gestão por competências no contexto de instituição pública. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADM., 43., 2019, p. 1-16. São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo, 2019.
- CLOSS, L. *et al.* Intervenientes na Transferência de Tecnologia Universidade-Empresa: o Caso PUCRS. **Revista de Administração Contemporânea – RAC**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 1, art. 4, p. 59-78, jan.-fev. 2012. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/rac>. Acesso em: 2 maio 2024.
- DALMARCO, G. *et al.* Universities' intellectual property: path for innovation or patent competition? **Journal of Technology and Management Innovation**, [s.l.], n. 6, p. 159-170, 2011. DOI: 10.4067/S0718-27242011000300012.
- DIAS, A. A.; PORTO, G. S. Technology transfer management at Inova Unicamp. **Revista de Administração Contemporânea**, [s.l.], v. 17, n. 3, p. 263-284, jun. 2013. DOI: 10.1590/S1415-65552013000300002.
- DIAS, A. A.; PORTO, G. S. Como a USP transfere tecnologia? **Organizações & Sociedade**, [s.l.], v. 21, n. 70, p. 489-508, set. 2014. DOI: 10.1590/S1984-92302014000300008.
- DINIZ, D. M.; CRUZ, M. A.; CORREA, V. S. Fatores críticos da transferência de conhecimento entre universidade e empresa (UE). **Revista Eletrônica de Administração**, [s.l.], v. 24, n. 2, p. 230-252, 2018. DOI: 10.9771/cp.v14i4.42677.
- ETZKOWITZ, H.; LEYDESDORFF, L. The Triple Helix-University-Industry-Government Relations: A Laboratory for Knowledge-Based Economic Development. **European Association for the Study of Science and Technology Review – EASST Review**, [s.l.], v. 14, n. 1, p. 14-19, 1995.
- ETZKOWITZ, H.; ZHOU, C. Hélice Tríplice: inovação e empreendedorismo universidade indústria-governo. **Estudos Avançados**, [s.l.], v. 31, n. 90, p. 23-48, 2017. DOI: 10.1590/s0103-40142017.3190003.
- FERNANDES, R. F. *et al.* Práticas de Transferência de Tecnologia: análise multicaseos. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 11, n. 5, p. 1.342-1.359, 2018. DOI: 10.9771/cp.v11i5.27316.
- FERREIRA, A. R.; SOUZA, A. L. Análise dos Procedimentos e Critérios Necessários à Valoração de Propriedade Intelectual para a Transferência de Tecnologia no Âmbito dos Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs). **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 12, n. 5, p. 1.012-1.039, 2019. DOI: 10.9771/cp.v12i5.28240.
- FORTEC – ASSOCIAÇÃO FÓRUM NACIONAL DE GESTORES DE INOVAÇÃO E TRANSFERÊNCIA TECNOLOGIA. **Relatório Anual da Pesquisa FORTEC de Inovação ano base 2022**. Brasil: Fortec, 2023. Disponível em: <https://fortec.org.br/wp-content/uploads/2023/10/Relatorio-Pesquisa-Fortec-de-Inovacao-Ano-base-2022.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2025.
- FREEMAN, Christopher. **A Economia da Inovação Industrial**. 2. ed. Londres: Francis Pinter, 1982.
- FREITAS, Z. I.; LAGO, S. M. S.; BULHÕES, R. Proposta de planejamento estratégico para melhorias na gestão de um Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT). **Revista Gestão & Tecnologia**, [s.l.], v. 20, n. 1, p. 257-283, jan. 2020. DOI: 10.20397/21776652/2020.v20i1.1759.
- GARNICA, L. A.; TORKOMIAN, A. L. V. Gestão de tecnologia em universidades: análise do patenteamento e fatores de dificuldades e apoio à transferência de tecnologia em São Paulo. **Gestão & Produção**, [s.l.], v. 16, n. 4, p. 624-638, 2009. DOI: 10.1590/S0104530X2009000400011.
- GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- HORA, E. R. *et al.* Desafios na Interação entre os Núcleos de Inovações Tecnológicas e o Setor Produtivo no Brasil: reflexões teóricas sobre a transferência de tecnologia. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 13, n. 5, p. 1.306-1.320, dezembro, 2020. DOI: 10.9771/cp.v13i5.35320.

- INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Instrução Normativa n. 70**, de 11 de abril de 2017. Disponível em: <https://wipolex-res.wipo.int/edocs/lexdocs/laws/pt/br/br290.pt.html> Acesso: abr. 2024.
- INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. Base de patentes. **GOV**, ano 2023. [2023a]. Disponível em: <https://busca.inpi.gov.br/pe/PI/servlet/PatenteServletController>. Acesso em: 2 maio 2023.
- INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Ranking Depositantes Residentes – 2023**. [2023b]. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/central-de-conteudo/noticias/RankingdeDepositantesResidentes2023.pdf>. Acesso: 10 abr. 2024.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2010.
- LAZZARIN, F. C. *et al.* Gestão da Propriedade Intelectual em NITs de IES: cenário nacional. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 17, n. 2, p. 371-385, 2024. DOI: 10.9771/cp.v17i2.55781.
- LEAL, C. I. S.; FIGUEIREDO, P. N. Inovação tecnológica no Brasil: desafios e insumos para políticas públicas. **Revista de Administração Pública**, [s.l.], v. 55, n. 3, p. 512-537, 2021. DOI: 10.1590/0034-761220200583.
- LOPES, J. M. *et al.* Peeking beyond the wall: analysing university technology transfer and commercialisation processes. **Internacional Journal of Technology Management**, [s.l.], v. 78, n. 1-2, p. 107-132, 2018. DOI: 10.1504/IJTM.2018.093936.
- MICAELO, L. F.; CASTRO, B. S. O Licenciamento de Patentes nas Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação do Estado do Rio de Janeiro. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 14, n. 4, p. 1.050-1.066, 2021. DOI: 10.9771/cp.v14i4.42881.
- ORBIT INTELLIGENCE. **Página de busca**. [2023]. Disponível em: <https://www.questel.com/business-intelligence-software/orbitintelligence/>. Acesso: 2 dez. 2023.
- SILVA, A. C. O.; SEGATTO, A. P. Competências organizacionais dos Escritórios de Transferência de Tecnologia: evidências do contexto brasileiro. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 41, 2017, p. 1-17, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo, 2017.
- PAGANI, R. N. *et al.* Technology Transfer models: typology and a generic model. **International Journal of Technology Transfer Commercialisation**, [s.l.], v. 14, n. 1, p. 20-41, 2016. DOI: 10.1504/IJTTC.2016.10000767.
- PIETROVSKI, E. F. *et al.* Metodologia de Gestão para os Núcleos de Inovação Tecnológica. **Revista GEINTEC**, Aracaju, v. 10, n. 1, p. 5.234-5.5251, jan.-mar. 2020. DOI: 10.7198/geintec.v10i1.1286.
- PRÓNAY, S. *et al.* The role of test driving and neuroscience measurements in exploring consumer acceptance of self-driving technology. **Management Science/Budapest Management Review**, [s.l.], v. 53, n. 7, p. 48-62, 2022. DOI: 10.14267/VEZTUD.2022.07.05.
- RAMOS, I. V. de C.; SARTORI, R. Gestão de Transferência de Tecnologia: revisão sistemática da produção científica recente. **P2P & Inovação**, [s.l.], n. 9, p. 228-248, 2023. DOI: 10.21728/p2p.2023v9nesp.p228-248.
- RAUEN, C. V. O novo marco legal da inovação no Brasil: o que muda na relação ICT Empresa? **Radar: Tecnologia, Produção e Comércio Exterior**, [s.l.], n. 43, p. 21-35, fev. 2016. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/6051/1/Radar_n43_novo.pdf. Acesso: 2 abr. 2024.
- RIBEIRO, A. T. V. B.; VASCONCELLOS, E. P. Diligência da Inovação: Estudo de Caso sobre uma Metodologia de Avaliação Tecnológica no Contexto de NITs Brasileiros. **Future Studies Research Journal**, São Paulo, v. 11, n. 2, p. 144-161, may-ago. 2019. ISSN 2175-5825. Disponível em: <C:/Users/Usuario/Downloads/358-Texto%20do%20Artigo-1423-1596-10-20190612.pdf>. Acesso em: 2 abr. 2024.
- RIBEIRO, E. M. M.; MENDONÇA, F. M.; DINIZ, D. M. Fatores Críticos da Transferência de Tecnologia: estudo de caso de uma Universidade Federal de Minas Gerais **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v.14, n.4, p. 1.017-1.034, 2021. DOI: 10.9771/cp.v14i4.42677.
- SANTANA, É. E. P.; PORTO, G. S. E Agora, o que Fazer com Essa Tecnologia? Um Estudo Multicaso sobre as Possibilidades de Transferência de Tecnologia na USP-RP. **Revista de Administração Contemporânea – RAC**, Curitiba, v. 13, n. 3, art. 4, p. 410-429, jul.-ago. 2009. Disponível em <http://www.anpad.org.br/rac>. Acesso em: 2 abr. 2024.
- SANTOS, I. J. S. *et al.* Propriedade Intelectual na Universidade Federal Viçosa: uma análise da gestão por meio dos documentos de patentes. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 8, n. 2, p. 255-265, 2015. DOI: 10.9771/s.cprosp.2015.008.029.
- SPIROSKA, E.; BIMBILOVSKI, I. Technology Transfer Office Activities. **Knowledge International Journal**, [s.l.], v. 35, n. 5, p. 1.543-1.549, 2019. Disponível em: <https://ikm.mk/ojs/in dex.php/kij/article/view/1873>. Acesso: 2 abr. 2024.
- UFMT – UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO. **Anuário UFMT 2022**. [2022]. Disponível em: https://cms.ufmt.br/files/galleries/261/anuarios/Anu%C3%A1rio_2022_2021.pdf. Acesso: 10 nov. 2023.

UFMT – UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO. **Base de dados 2023**. [2023a]. Disponível em: https://www.ufmt.br/unidade/eit/pagina/portfolio-tecnologico/9753#top_page Acesso: 10 abr. 2024.

UFMT – UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO. **Relatório de Gestão 2023**. [2023b]. Disponível em: <https://shre.ink/gihm> Acesso: 10 abr. 2024.

YOGGI, R. Framework de Inovação para Organizações Modernas. **Project Design Management**, [s.l.], v. 15, n. 75, p. 68-73, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Ricardo-Yogui/publication/320988279_Innovation_Framework_for_Modern_Organization_-_Open_Model/links/5a05cb08aca27233aade7f2b/Innovation-Framework-for-Modern-Organization-Open-Model.pdf. Acesso: 10 abr. 2024.

ZAMMAR, G. **Interação Universidade-Indústria: um modelo para transferência de tecnologia**. 2017. 140f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Tecnológica Federal Paraná, Ponta Grossa, 2017.

ŽMUIDZINAITĖ, R.; ŽALGEVIČIENĖ, S.; UŽIENĖ, L. Factors influencing performance of technology transfer offices: the case of the european consortium of innovative universities. **Engineering Economics**, [s.l.], v. 32, n. 3, p. 221-233, 2021. DOI: 10.5755/j01.ee.32.3.25785.

Sobre os Autores

Tainara Gabriele Brito Rodrigues de Camargo

E-mail: tainara.camargo@unemat.br

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-2713-7565>

Especialista MBA em Administração Pública e Gerência de Cidades pelo Centro Universitário Internacional em 2013.

Endereço profissional: Avenida Alexandre Ferronato, n. 1.200, Residencial Cidade Jardim, Sinop, MT. CEP: 78550-728.

Liz Vanessa Lupi Gasparini

E-mail: lizvanessa@unemat.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1699-4594>

Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de São Carlos em , 2014.

Endereço profissional: Rodovia MT, 358, Km 07, Jardim Aeroporto, em Tangará da Serra, MT. CEP: 78300-000.

Anderson Gheller Froehlich

E-mail: andersongf@unemat.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6123-4706>

Doutor em Economia Aplicada pela Universidade Federal de Pernambuco em 2015.

Endereço profissional: Rodovia MT, 358, Km 07, Jardim Aeroporto, em Tangará da Serra, MT. CEP: 78300-000.

Spin-Offs Acadêmicas: uma revisão bibliométrica da literatura

Academic Spin-Offs: a bibliometric literature review

Vilma dos Santos Ramos¹, Rafael Verão França²

¹Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, Brasil

²Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, Brasil

Resumo

As *spin-offs* acadêmicas são um importante mecanismo de promoção da inovação e transferência da tecnologia desenvolvida no meio acadêmico para a sociedade. Por se tratar de um fenômeno razoavelmente recente, algumas lacunas permanecem em aberto sobre o tema. Este estudo teve como objetivo realizar uma revisão bibliométrica da literatura correlata sobre *spin-off* acadêmica. Para alcançar tal objetivo, foram analisados dados bibliométricos na base de dados de resumos e artigos acadêmicos Scopus, publicados entre os anos de 2010 e 2023. Após três etapas de seleção, restaram 82 publicações no período, que foram analisadas com apoio das ferramentas Bibliometrix e VOSviewer. Os principais resultados indicam o predomínio em publicações por autores de instituições europeias e norte-americanas. Adicionalmente, verificou-se que as etapas para a constituição de uma *spin-off* em meio acadêmico variam de acordo com o contexto em que ela está inserida, assim como com o tipo de tecnologia em desenvolvimento.

Palavras-chave: Transferência de Tecnologia; Empreendedorismo Acadêmico; Desenvolvimento Econômico.

Áreas Tecnológicas: Propriedade Intelectual. Pesquisa e Desenvolvimento. Inovação.

Abstract

Academic spin-offs are an important mechanism for promoting innovation and transferring technology developed in academia to society. As this is a fairly recent phenomenon, some gaps remain on the subject. The aim of this study is to carry out a bibliometric review of the related literature on academic spin-offs. In order to achieve this objective, a search was carried out in the Scopus database of abstracts and academic articles published between 2010 and 2023. After three stages of selection, 82 publications remained in the period, which were analyzed using the Bibliometrix and VOSviewer tools. The main results indicate a predominance of publications by European and North American authors and institutions. In addition, it was found that the stages for setting up a spin-off in academia vary according to the context in which it is located and the type of technology being developed.

Keywords: Technology Transfer; Academic Entrepreneurship; Economic Development.

1 Introdução

Uma *spin-off* é definida como um processo legal específico de fissão corporativa, seguido quando é desejável criar duas corporações a partir de uma (Martin, 1966, p. 73). Quando uma *spin-off* é originada a partir de uma tecnologia resultante de um processo de pesquisa dentro do contexto de uma universidade, com infraestrutura e pesquisadores desse ambiente, é chamada de *spin-off* acadêmica (SOA) ou *spin-off* universitária (Rasmussen; Borch, 2010). As *spin-offs* acadêmicas exercem influência positiva no processo de inovação tecnológica e no desenvolvimento econômico e social sustentável (Toledano; Gonzalez-Sanz, 2024). Adicionalmente, elas contribuem de forma significativa para estimular o empreendedorismo acadêmico e estimular a relação entre universidade e indústria (Khachatryan *et al.*, 2024).

O termo SOA é também utilizado para nomear uma empresa cujo processo de criação é caracterizado pelo desenvolvimento de uma tecnologia originada a partir de uma pesquisa de cunho acadêmico e que teve como suporte a infraestrutura e os recursos da Instituição de Ensino Superior (IES) em que a pesquisa é originada ou desenvolvida (Araújo *et al.*, 2005). Tais empresas resultam em impactos positivos tanto para a sociedade quanto para a IES. Para a sociedade, pela promoção de competitividade entre empresas e pelo fornecimento de novos produtos e serviços (Atayde; Amaral, 2017). Para a IES, pela transferência de tecnologia, melhoria na relação academia-empresa, inovação e fortalecimento da cultura empreendedora na instituição (Bathelt; Kogler; Munro, 2010; Pavani; Oliveira Jr., 2015).

Dada a dificuldade de transferência de tecnologia pelas universidades, sabe-se que uma grande proporção de suas invenções não é licenciada (Swamidass, 2013), então, as *spin-offs* acadêmicas servem como uma ponte entre os setores público e privado (Steen; Ortt; Scholten, 2010; Rasmussen; Wright, 2015), comercializando tecnologias por elas desenvolvidas (Mathisen; Rasmussen, 2019), que não despertam o interesse de empresas já estabelecidas, as quais não se dispõem a investir em tecnologias em um estágio prematuro de desenvolvimento, por apresentarem um elevado risco (Swamidass, 2013).

Dessa forma, no momento da criação das *spin-offs*, a organização-mãe atua com um papel importante, ao oferecer apoio técnico e recursos necessários para o fortalecimento das empresas nascentes. Nesse sentido, elas precisam estar atentas às características institucionais e individuais dos empreendedores, assim como ao ambiente no qual as empresas estão inseridas, à infraestrutura, à propriedade intelectual e às características da indústria (Ferraz; Teixeira, 2015).

Dado o contexto das *spin-offs* acadêmicas, há uma rede complexa de atores envolvidos no seu processo de constituição e de crescimento, que inclui muitos níveis dentro da universidade (cientistas, grupos de pesquisa, departamentos, administração central, núcleo de inovação tecnológica e outras infraestruturas de apoio), bem como muitos atores externos na indústria e no setor público. Sendo assim, compreender como as universidades podem promover o estabelecimento e o crescimento de *spin-offs* requer um conhecimento detalhado sobre como essas empresas se desenvolvem e o tipo de condições e de apoio que facilitam o seu sucesso (Rasmussen; Wright, 2015).

Ou seja, para que se possa iniciar qualquer análise ou proposição nessa temática, é indispensável a realização de um estudo prévio, minucioso. Dessa forma, esta revisão sistemática da literatura se torna relevante e necessária para elucidar aspectos como: fatores determinantes de sucesso, definição de conceito, tipos de *spin-off* e suas características, barreiras à sua criação, como se dá o processo de constituição e papel da organização de origem e do Núcleo de Inovação Tecnológica, etc.

Embora desempenhem um papel fundamental para a inovação e o fomento ao empreendedorismo no escopo das universidades, no contexto brasileiro, as *spin-offs* acadêmicas são distribuídas de forma desigual (Scorsatto; Fischer; Schaeffer, 2018), o que reproduz em certo nível a desigualdade na distribuição da educação superior no Brasil (Carvalho; Amaral, 2020). Adicionalmente, questões como a criação e o desempenho (Xu; Dai, 2024), o papel dos pesquisadores (Walter; Coviello; Ritter, 2024), os fatores determinantes para o sucesso e o papel das universidades na formação das *spin-offs* acadêmicas são temas relevantes e devem ser considerados em um estudo correlato.

Desse modo, com o propósito de identificar os tipos, as definições e os fatores determinantes para o sucesso (ou não) de uma SOA, este estudo tem como objetivo o desenvolvimento de uma revisão bibliométrica da literatura sobre *spin-offs* acadêmicas no período de 2010 a 2023.

2 Metodologia

Este estudo adotou como metodologia a revisão bibliométrica da literatura por meio de uma abordagem quantitativa que proporciona resultados relevantes por meio do método de indução (Barreto; Quintella, 2023). O processo metodológico seguiu as diretrizes de uma revisão bibliométrica conforme descrito por Zupic e Čarter (2015). A coleta de dados foi realizada na base Scopus, utilizando termos de busca específicos (*spin-off* e variações, *technology*), e os resultados foram submetidos a uma análise quantitativa. Após a extração dos dados, os artigos foram filtrados em múltiplas etapas para garantir a relevância ao tema de *spin-offs* acadêmicas. As técnicas de

análise de coautorias e mapeamento de citações seguiram os parâmetros estabelecidos na literatura, que recomendam o uso de algoritmos específicos para a visualização de redes científicas.

A consulta teve como objetivo identificar as principais fontes de informação e as tendências em relação às SOAs. De forma complementar, este estudo foi originado pela seguinte questão de pesquisa: Como se dá o processo de constituição de *spin-offs*? Desse modo, buscou-se analisar as publicações a fim de encontrar respostas para essa pergunta.

A condução deste estudo está estruturada em quatro etapas, rastreamento de artigos, primeiro filtro, segundo filtro e síntese dos dados, que estão descritas a seguir.

Etapa 1: rastreamento de artigos

A primeira etapa consistiu na busca por publicações na base Scopus. Para isso, foram utilizadas as palavras-chave: *spin-off*, *spinoff*, *spin off*, *technology*. As palavras-chave foram consultadas no título, no resumo ou nas palavras-chave dos documentos da base Scopus. Foram adicionados os seguintes filtros: tipo de documento, como artigo publicado em periódico científico revisado por pares; idioma inglês, ou português, ou espanhol, intervalo temporal entre 2010 e 2023. A adição dos termos de busca e dos filtros resultou na seguinte expressão de busca: (TITLE-ABS-KEY (“spin-off*”) OR TITLE-ABS-KEY (“spinoff*”) OR TITLE-ABS-KEY (“spin off*”)) AND TITLE-ABS-KEY (“technology”) AND (LIMIT-TO (SRCTYPE , “j”)) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , “ar”)) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , “English”) OR LIMIT-TO (LANGUAGE , “Spanish”) OR LIMIT-TO (LANGUAGE , “Portuguese”)).

Os dados foram exportados no formato csv para a síntese da análise.

Etapa 2: primeiro filtro

Esta etapa foi realizada em duas fases. Na primeira fase, analisou-se os títulos e as palavras-chave de 684 artigos encontrados no rastreamento, sendo selecionados 304, utilizando-se como critério de inclusão aqueles que continham o termo *spin-off* ou temas associados, no título e/ou nas palavras-chave. Na segunda fase, procedeu-se à leitura e à análise dos resumos destes, restando 164. Foram excluídas publicações que continham o termo *spin-off*, mas que não tratavam exatamente de SOA. Alguns exemplos de resultados foram descartados, como resumos que continham o termo apenas para exemplificar o objeto de estudo dos autores ou que tratavam *spin-off* como algo relacionado a tributos ou políticas públicas derivadas de uma outra.

Etapa 3: segundo filtro

Dos 164 artigos resultantes da Etapa 2, foi realizada a leitura na íntegra de 158 artigos, visto que seis não estavam acessíveis. A análise foi realizada com a finalidade de responder à questão central da pesquisa. Artigos que não continham informações suficientes foram descartados nessa análise, resultando 82 artigos.

Etapa 4: análise dos dados

Com os documentos que compõem a revisão selecionados, partiu-se para a etapa de análise dos resultados. Com auxílio do pacote Bibliometrix para a linguagem de programação R, foram identificados a quantidade de artigos e citações, a quantidade e origem dos autores e publicações e os principais autores e periódicos. Adicionalmente, com auxílio do VOSviewer, foi mapeado o relacionamento entre países no que concerne à produção e às citações.

Na análise qualitativa, foi realizada leitura exploratória dos artigos a fim de responder à questão de pesquisa que originou este estudo.

3 Resultados

Os resultados encontrados foram segmentados por categorias para facilitar a organização e a apresentação das informações obtidas: Quantidade de Artigos, Periódicos, Ano de Publicação e Citações, Autores e Áreas de Pesquisa.

3.1 Quantidade de Artigos

O Identificador de Objeto Digital (DOI – do inglês *Document Object Identifier*) de cada um dos artigos selecionados foi utilizado para compor uma nova expressão de busca na Scopus. Dessa forma, apenas os artigos de interesse foram recuperados na busca. Os resultados foram exportados no formato csv e analisados com apoio da versão mais recente do pacote bibliometrix e da linguagem de programação R.

O conjunto dos 82 artigos selecionados totalizou 4.679 referências e média de 55,21 citações por documento. Todos os artigos receberam pelo menos uma citação.

Os cinco artigos mais citados estão destacados no Quadro 1.

Destaca-se que, entre os cinco artigos mais citados, dois contam com o pesquisador Bart Clarysse como autor principal, o que o caracteriza como uma das principais referências a nível internacional na temática de *spin-off* acadêmica. Destaca-se ainda que quatro dos cinco artigos listados no Quadro 1 foram publicados na revista *Research Policy*, o que indica que esse periódico é relevante como fonte de consulta para estudos relacionados.

3.2 Periódicos

Os artigos foram encontrados em 47 periódicos científicos, os que mais tiveram publicações foram: *Journal of Technology Transfer*, com 15 publicações; *Research Policy*, com cinco; *Small Business Economics*, com quatro; e *R and D Management* e *Sustainability (Switzerland)*, com três artigos cada um. Esses cinco periódicos concentraram mais de 36% do total de artigos identificados no levantamento. Em relação ao fator de impacto, esses periódicos são classificados como A1 no evento de classificação da Capes no quadriênio 2017-2020. A revista *Research Policy* possui CiteScore na base Scopus de 94%, o *Journal of Technology Transfer* e o *Small Business Economics* possuem CiteScore de 97% juntos. As revistas *R and D Management* e *Sustainability* possuem CiteScore de 95% e 88%, respectivamente.

Registraram duas publicações cada os seguintes periódicos científicos: *Cuadernos de Gestión*, *Economic*

Development Quarterly, *International Entrepreneurship and Management Journal*, *International Journal of Entrepreneurship and Small Business*, *International Journal of Innovation and Technology Management*, *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, *Journal of Technology Management and Innovation*, *Science and Public Policy*, *Technology Analysis and Strategic Management* e *Technovation*. Os demais 32 periódicos contribuíram com um artigo cada, desses, 32, três são de origem brasileira, sendo: *Innovation and Management Review*, *Produção (Production)* e *Gestão & Produção* com CiteScore de 78%, 48% e 30%, respectivamente. Das revistas brasileiras que aparecem nesta análise, *Innovation and Management Review* é classificada como A3 no Qualis da Capes, e as demais estão classificadas como B1.

3.3 Evolução Temática

Entre as análises disponíveis no Bibliometrix, está a evolução temática. Essa análise leva em consideração quais são os termos mais comuns adotados pelos autores ao longo do tempo e pode ser realizada com base nas palavras-chave automáticas ou definidas pelos autores, nos títulos ou, ainda, no conteúdo dos resumos.

A Figura 1 apresenta a evolução temática temporal do conjunto de artigos no intervalo pesquisado. Os resultados refletem os termos empregados pelos autores nos resumos dos documentos.

Quadro 1 – Artigos mais citados identificados no levantamento

REFERÊNCIA	TÍTULO	CITAÇÕES
Clarysse, Tartari e Salter (2011)	The impact of entrepreneurial capacity, experience and organizational support on academic entrepreneurship	325
Fini <i>et al.</i> (2011)	Complements or substitutes? The role of universities and local context in supporting the creation of academic spin-offs	255
Clarysse, Wright e Van De Velde (2011)	Entrepreneurial Origin, Technological Knowledge, and the Growth of Spin-Off Companies	227
Caldera e Debande (2010)	Performance of Spanish universities in technology transfer: An empirical analysis	218
Rasmussen e Borch (2010)	University capabilities in facilitating entrepreneurship: A longitudinal study of spin-off ventures at mid-range universities	214

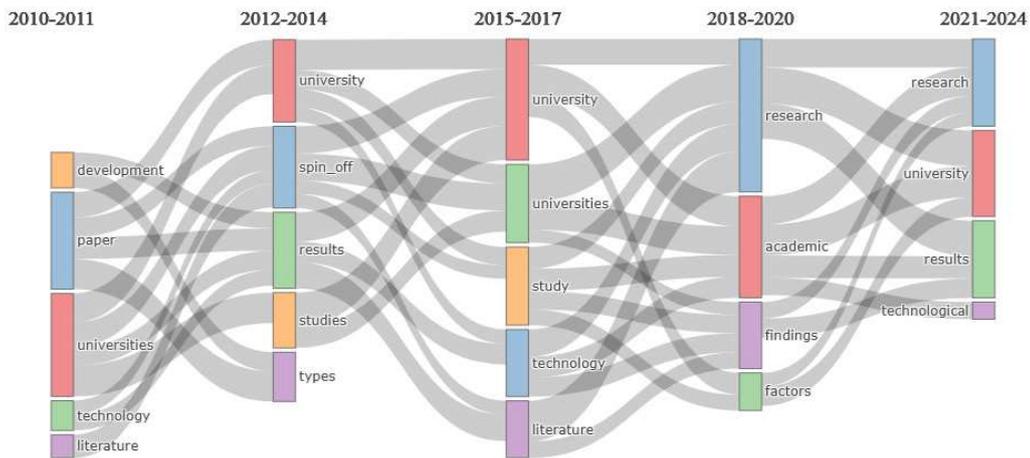
Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2024)

A Figura 1 revela que o termo “universidade e academia” (*university, universities, academic*) permanece em evidência em todos os recortes temporais realizados. Já os documentos até o ano de 2014 apontam como tendência termos relacionados com desenvolvimento, tecnologia e características ou tipos das SOAs. Já no período de 2018-2020, nota-se uma mudança com concentração maior nos resultados e nos fatores das SOAs. Além disso, o termo “*research*” surge no recorte de 2018 e permanece até o último recorte da série.

Esses resultados indicam que no começo dos anos de 2010, havia preocupação sobre a constituição, a formação e a caracterização das SOAs. Já no final do intervalo, essas preocupações parecem ter sido superadas e com foco apenas na atividade-fim do relacionamento em pesquisa acadêmica e as SOAs.

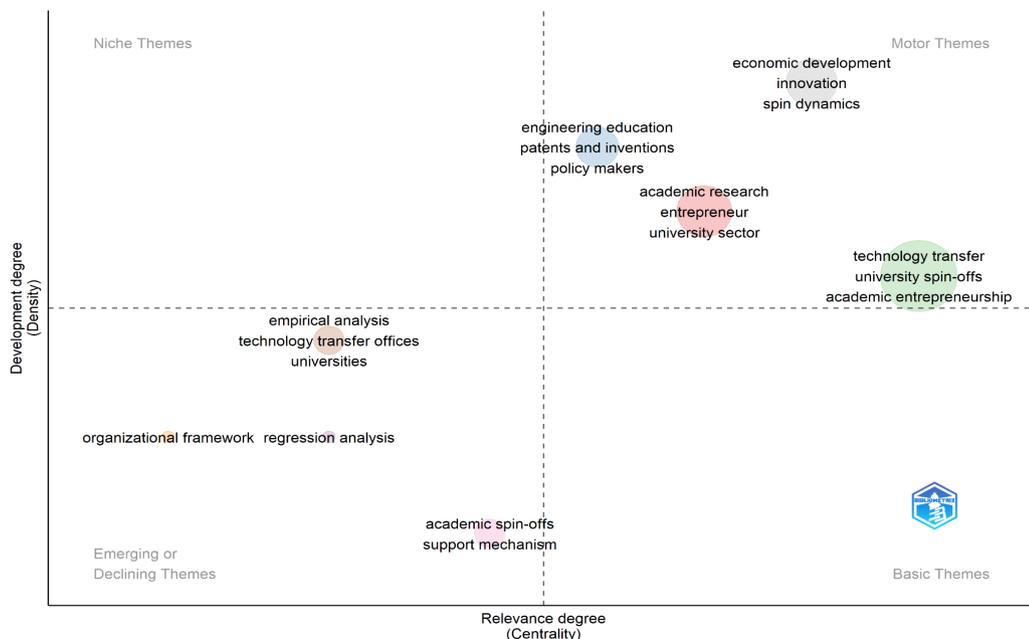
Esses resultados são endossados pelos dados do mapa temático apresentado na Figura 2.

Figura 1 – Evolução temática temporal do conjunto de artigos no intervalo pesquisado



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

Figura 2 – Mapa temático



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

Os resultados da Figura 2 referem-se ao mapa temático das palavras-chave automáticas geradas pelo algoritmo da base Scopus (*Keywords Plus*). Quanto maior a esfera com o tema indicado, maior é o grau de centralidade e de densidade como métrica na teoria das redes complexas (Estrada; Knight, 2015).

Tais resultados indicam que as temáticas de maior relevância, ou seja, aquelas com maior grau de centralidade e densidade, são: transferência de tecnologia, empreendedorismo acadêmico, economia, desenvolvimento econômico e SOAs. Já os temas que vêm apresentando declínio são mecanismos de suporte e análise de regressão.

Os resultados da evolução temática endossam que questões como definição e características das SOAs já estão superadas na literatura, enquanto questões como transferência de tecnologia e aspectos econômicos relacionados ao empreendedorismo e ao desenvolvimento são os temas mais emergentes na literatura correlata.

Cabe destacar que era esperado nesta análise resultados relacionados com sustentabilidade, alinhamento com a Agenda 2030 e com os Objetivos de Desenvolvimento

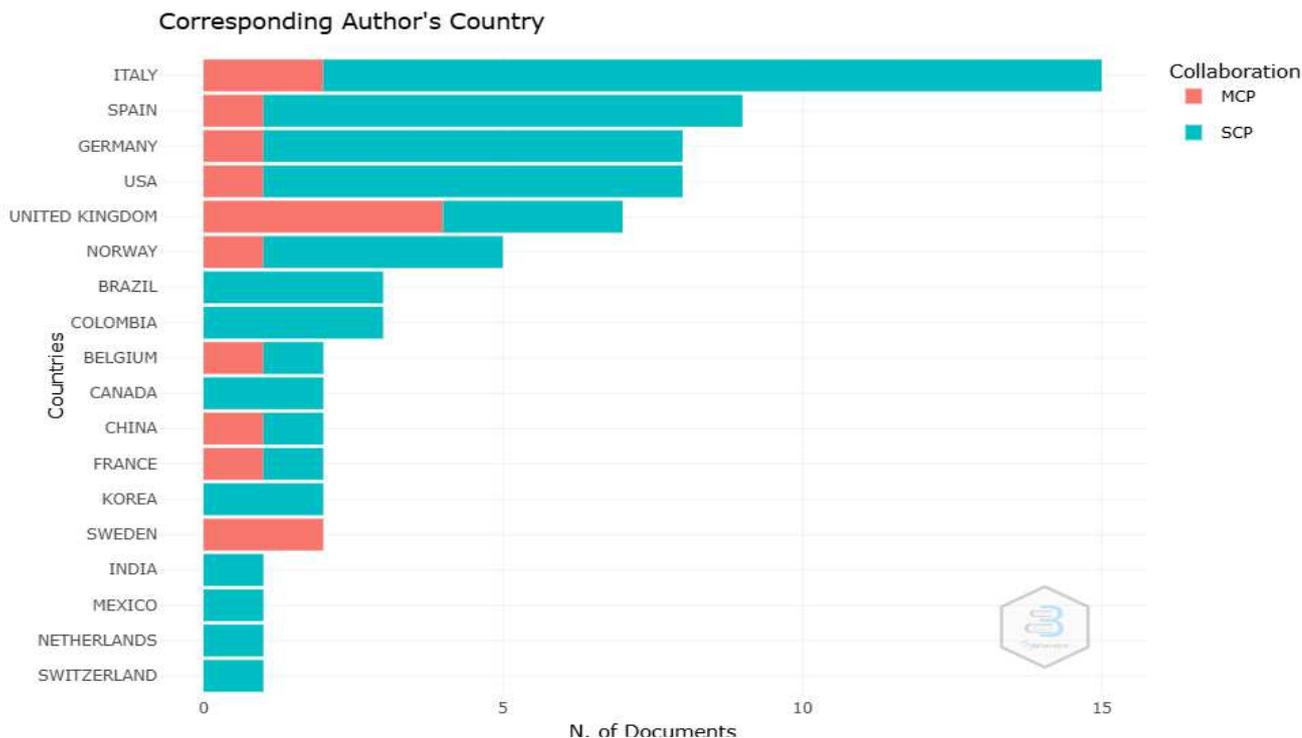
Sustentável (ODS). No entanto, tais termos não foram observados. Esse resultado vai de encontro aos apontados por Ramos e Quintella (2024) em relação às métricas e aos parâmetros do empreendedorismo no que se refere à sua evolução.

3.4 Autores e Produções por País

Os artigos identificados foram produzidos por um total de 177 autores, dos quais apenas nove elaboraram um artigo sem coautores. Os principais autores no período foram Christopher Hayter (Estados Unidos) com seis publicações, Einar Rasmussen (Noruega) e Mike Wright (Reino Unido) com cinco publicações cada um. O já mencionado Bart Clarysse (Suíça) contribuiu com três artigos. Outros 18 autores aparecem com dois artigos no intervalo pesquisado, e os demais surgem com uma publicação cada um.

Em relação ao país de origem dos autores, a maioria dos artigos foi produzida por pesquisadores italianos, norte-americanos, alemães, espanhóis, ingleses e noruegueses. A Figura 3 foi extraída da opção de *Corresponding Author's Countries* do Bibliometrix.

Figura 3 – País de origem e colaboração dos autores

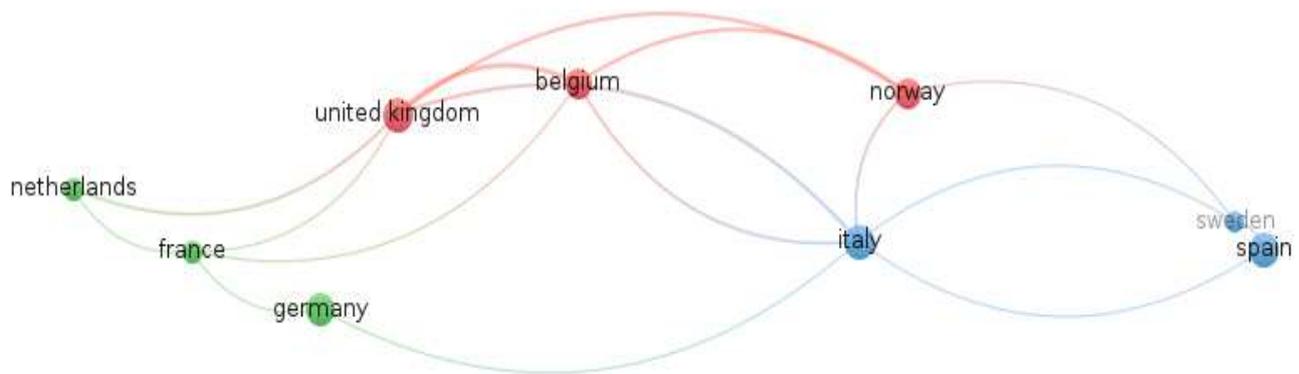


Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

Na Figura 3, Single Country Publications (SCP) representa as publicações que foram produzidas por autores de apenas um país e Multiple Country Publications (MCP) indica as publicações com autores de dois ou mais países.

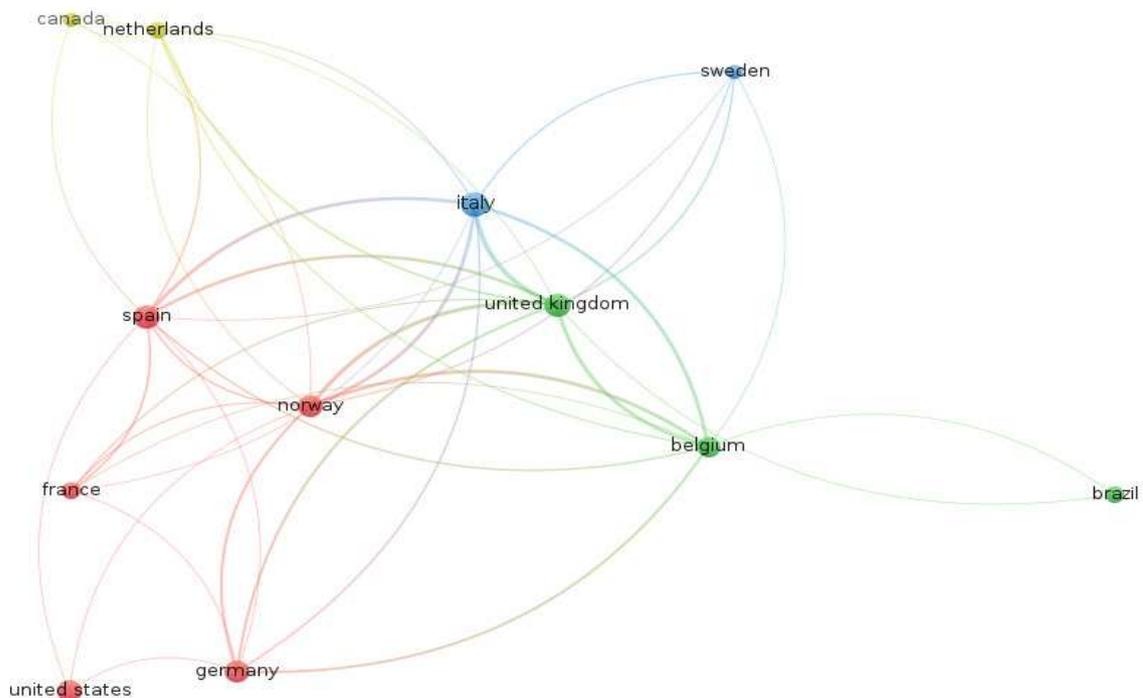
Observa-se que a nacionalidade do autor não significa que a publicação é resultado de um estudo desenvolvido em uma instituição do seu país de origem. Com apoio do VOSviewer, por meio da análise de coautoria e de colaboração entre países, é possível identificar como se dá essa colaboração. Os resultados podem ser visualizados na Figura 4.

Figura 4 – Rede de colaboração entre os países



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

Figura 5 – Agrupamento de citações entre países



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

Na Figura 5, o relacionamento entre os vértices é definido quando ocorrem pelo menos duas citações em comum entre os países. Desse modo, é possível perceber que o Brasil pertence a um agrupamento mais relacionado com o Reino Unido e a Bélgica. O maior agrupamento reúne produções oriundas dos Estados Unidos em conjunto com França, Alemanha, Espanha e Noruega.

3.5 Processo de Criação de *Spin-Offs*

Na literatura revisada, oito autores trataram de processo, modelo ou *framework* para criação/fundação de *spin-offs* acadêmicas. São apresentados em fases, etapas ou estágios sucessivos (Parmentola; Ferretti, 2018), que são valiosos para a compreensão da formação e do desempenho das *spin-offs* (Kolb; Wagner, 2018), no entanto, não há opinião congruente sobre quantas etapas são necessárias, o tempo de cada uma e, tampouco, sobre o momento em que se passa de uma fase para outra.

Steen, Ortt e Scholten (2010) afirmam que o processo de criação de *spin-offs* não é linear com fases bem definidas, citando que o modelo de negócios e o foco da empresa podem ser adaptados, por exemplo, em razão da concorrência ou dos pedidos de patente. O progresso de um estágio para outro não ocorre espontaneamente, mas é facilitado pela intervenção de forças específicas que ativam os mecanismos de indução da mudança, guiado por uma combinação de três elementos: as oportunidades presentes no mercado, os indivíduos envolvidos no processo e o contexto universitário (Parmentola; Ferretti, 2018).

Gomes *et al.* (2015) propõem um *framework* para *spin-offs* que exploram inovação radical e que procuram integrar o planejamento e o desenvolvimento da nova empresa ao planejamento e ao desenvolvimento da inovação composto de três partes inter-relacionadas: a) Gerenciamento da transição (PGT); b) Gerenciamento das incertezas (GI); e c) Planejamento tecnológico e estratégico.

Boh, De-Haan e Strom (2016) identificam seis etapas para o processo de comercialização de tecnologia nas universidades por meio de *spin-offs*: 1) Geração de ideias; 2) Decisão de comercialização; 3) Geração de protótipos e estabelecimento de viabilidade comercial e técnica; 4) Formação da equipe fundadora; 5) Definição de estratégia e processo de comercialização; e 6) Captação de recursos por meio do convencimento dos investidores acerca da viabilidade comercial e técnica da tecnologia a ser explorada.

Garmendia e Castellanos (2011), ao avaliarem programas de incentivo à criação de *spin-offs* em universidades espanholas, apresentaram um processo mais abrangente, compreendendo: promoção da cultura empreendedora, busca e detecção de ideias, avaliação de ideias, desenvolvimento e implementação de projetos de *spin-offs*, arranque da empresa e consolidação da criação de valor.

No modelo proposto por Müller-Wieland, Muschner e Schraudner (2019), considerando que o processo de formação de *spin-offs* é extremamente individual, são apresentadas quatro fases típicas delimitadas por marcos específicos: fase de investigação (marco – decisão fundadora); fase de orientação (marco – obtenção de financiamento inicial); fase de pré-fundação (marco – constituição formal-jurídica de empresa); e fase de estabelecimento. A duração de cada fase pode variar, e as *spin-offs* não necessariamente irão progredir por meio das fases consecutivamente.

Baines, Klangboonkrong e Smith (2024) tratam do processo linear na inovação de produtos e serviços nas SOAS composto de oito fases: geração de ideias; triagem das ideias; teste de conceito; análise de negócio; desenvolvimento de produto; teste de *marketing*; comercialização; monitoramento; e avaliação. Para identificar as práticas de inovação de produtos/serviços adotadas por *spin-offs* universitárias já estabelecidas do Reino Unido, são identificadas como principais fases de desenvolvimento: ideias, oportunidades, desenvolvimento. Comercialização e Monitoramento. Os autores não discutem sobre o papel da organização-mãe em cada fase.

4 Considerações Finais

As *spin-offs* acadêmicas se revelam uma importante ferramenta para a transferência de conhecimento e de tecnologia produzidos dentro de uma universidade, a fim de gerar benefícios para a sociedade de um modo geral. Conforme analisado na literatura, as SOAs melhoram a competitividade do mercado quando apresentam novos produtos ou soluções mais eficientes e contribuem para geração de emprego e renda com um nível mais acentuado de instrução, o que impacta diretamente no desenvolvimento local. Além disso, encorajam o engajamento de pesquisadores e de estudantes na pesquisa acadêmica e contribuem para que as universidades cumpram a sua missão de transformação social.

Apesar dos significativos benefícios, barreiras ainda precisam ser superadas. A expansão e a consolidação da consciência empreendedora nas universidades brasileiras, em especial aquelas localizadas fora dos chamados grandes centros, ainda é um desafio a ser vencido pela comunidade acadêmica de um modo geral. Destacam-se neste estudo os aspectos legais e culturais das universidades para a consolidação da cultura empreendedora. Em relação aos aspectos legais, nota-se uma ausência de esclarecimentos a respeito dos limites legais, assim como eventuais conflitos de interesse na participação dos pesquisadores das universidades nas empresas criadas com base em tecnologia oriunda de uma pesquisa acadêmica.

Do ponto de vista cultural, a exploração comercial da atividade acadêmica demanda uma evolução na linha de pensamento de estudantes e de pesquisadores das universidades, tanto dos coordenadores dos projetos de pesquisa em si quanto de seus pares. A ciência é explorada dentro da universidade para aumento e melhoria do conhecimento e, em muitos casos, sem uma preocupação com a aplicação prática desse conhecimento. Questionar como esse conhecimento pode contribuir para uma demanda da sociedade e como ele pode ser comercialmente explorado a fim de gerar renda para os envolvidos, requer uma ruptura com um modelo de pensamento tradicional ainda predominante nas universidades brasileiras.

Além disso, é necessário que as Instituições de Ensino Superior (IES) ampliem o envolvimento de *stakeholders* interessados em inovação e em análise de inovações tecnológicas, promovendo mentorias interinstitucionais e investimentos em Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs) consolidados para aumentar a transferência de tecnologias para o mercado, considerando que apenas uma pequena fração das patentes tem aplicação comercial efetiva.

Desse modo, buscar respostas na literatura, como é a proposta deste estudo, configura-se como um ponto de partida para identificar os autores que se apresentam como referência na área e que podem proporcionar *insights* positivos para a reprodução das práticas exitosas no contexto local. Ao retomar a questão de pesquisa que originou este estudo, “Como se dá o processo de constituição de *spin-offs*”, constatou-se que as práticas estão relacionadas com o contexto no qual a SOA está inserida, assim como aspectos inerentes, como valores e experiência dos *stakeholders*. Capturar tais valores e transformar em conhecimento de modo a promover o empreendedorismo acadêmico por meio das SOAs ainda é um desafio que permanece em aberto na literatura.

De forma complementar, este estudo evidenciou o baixo impacto dos periódicos brasileiros no que se refere ao tema estudado. Apenas duas revistas foram identificadas no estudo, cada uma com apenas uma publicação, e as duas com CiteScore abaixo de 50%. Resultado bastante diferente das revistas internacionais com maior quantidade de artigos neste recorte em que todas possuem CiteScore acima de 95%. A opção de restringir a busca à base Scopus certamente contribuiu para esse resultado. Desse modo, uma sugestão de estudos futuros envolve considerar outras fontes como a base da Scielo, Web of Science e Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes).

5 Perspectivas Futuras

O empreendedorismo acadêmico por meio de SOAs está consolidado em especial nos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). No Brasil, a área vem avançando, embora em menor intensidade, entretanto, deve ganhar força nos próximos anos e se consolidar como elemento central dentro das universidades.

Esforços nessa direção vêm sendo empreendidos por gestores por meio de políticas públicas para aproximar os resultados que são desenvolvidos na academia das demandas apontadas pela sociedade. Uma dessas iniciativas é a chamada curricularização da extensão definida no Plano Nacional de Educação 2014-2024. Tal iniciativa é, no momento, um desafio em várias Instituições de Ensino Superior (IES), no entanto, possui um potencial significativo de contribuir para a ruptura com aspectos históricos e culturais e produção de conhecimento para dentro da academia.

Assim, ao mesmo tempo que avançarem as iniciativas para curricularização da extensão e normatização para forçar que a produção acadêmica seja direcionada para demandas da sociedade, devem avançar também as iniciativas que estimulem o empreendedorismo acadêmico. Nesse contexto, os Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs) das universidades possuem papel central ao atuarem como agentes facilitadores da inovação, proteção intelectual, transferência de tecnologia e empreendedorismo acadêmico.

Nessa mesma direção, a capacitação e a qualificação dos profissionais que atuam nos NITs são demandas que devem crescer de forma considerável, assim como a melhoria dos processos de gestão relacionados. Tudo com o objetivo de aprimorar a pesquisa acadêmica para tornar-se um agente indutor do desenvolvimento econômico e social do Brasil.

Referências

- ARAÚJO, Maria H. *et al.* “Spin-Off” acadêmico: criando riquezas a partir de conhecimento e pesquisa. **Química Nova**, [s.l.], v. 28, p. S26-S35, 2005. DOI: 10.1590/S0100-40422005000700006.
- ATAYDE, Gisele Rodrigues; AMARAL, Daniel Capaldo. Cooperação Intra-acadêmica: Pesquisador-agente apoiando Pesquisador-empresendedor. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 10, n. 2, p. 115-115, 2017. DOI: 10.9771/cp.v10i2.17764.

BAINES, Ning; KLANGBOONKRONG, Te; SMITH, Helen Lawton. Exploring product/service innovation process in UK: University spin-offs from practice-based lens. **The Journal of Technology Transfer**, [s.l.], v. 49, n. 2, p. 715-739, 2024. DOI: 10.1007/s10961-022-09985.

BARRETO, Wagner Alves; QUINTELLA, Cristina M. Transporte Hidroviário: uma análise de Revisão Sistemática Patentária e de Literatura (RSL) sobre os impactos da Internet das Coisas no contexto das cidades inteligentes pós-ODS 11. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 16, n. 6, p. 1.863-1.878, 2023. DOI: 0.9771/cp.v16i6.52127.

BATHELT, Harald; KOGLER, Dieter F.; MUNRO, Andrew K. A knowledge-based typology of university spin-offs in the context of regional economic development. **Technovation**, [s.l.], v. 30, n. 9-10, p. 519-532, 2010. DOI: 10.1016/j.technovation.2010.04.003.

BOH, Wai Fong; DE-HAAN, Uzi; STROM, Robert. University technology transfer through entrepreneurship: faculty and students in spinoffs. **The Journal of Technology Transfer**, [s.l.], v. 41, p. 661-669, 2016. DOI: 10.1007/s10961-015-9399-6.

CALDERA, Aida; DEBANDE, Olivier. Performance of Spanish universities in technology transfer: An empirical analysis. **Research Policy**, [s.l.], v. 39, n. 9, p. 1.160-1.173, 2010. DOI: 10.1016/j.respol.2010.05.016.

CARVALHO, Renata Ramos da Silva; AMARAL, Nelson Cardoso. Universidades estaduais brasileiras: financiamento, desigualdades regionais e o PNE (2014-2024). **Revista Inter-Ação**, [s.l.], v. 45, n. 2, p. 240-259, 2020. DOI: 10.5216/ia.v45i2.62163.

CLARYSSE, Bart; TARTARI, Valentina; SALTER, Ammon. The impact of entrepreneurial capacity, experience and organizational support on academic entrepreneurship. **Research policy**, [s.l.], v. 40, n. 8, p. 1.084-1.093, 2011. DOI: 10.1016/j.respol.2011.05.010

CLARYSSE, Bart; WRIGHT, Mike; VAN DE VELDE, Els. Entrepreneurial origin, technological knowledge, and the growth of spin-off companies. **Journal of Management Studies**, v. 48, n. 6, p. 1420-1442, 2011b. DOI: 10.1111/j.1467-6486.2010.00991.x

ESTRADA, Ernesto; KNIGHT, Philip A. **A first course in network theory**. USA: Oxford University Press, 2015.

FERRAZ, Janaynna de Moura; TEIXEIRA, Rivanda Meira. A criação de spin-offs corporativos: relação com a organização mãe na perspectiva dos recursos. **Revista Alcance**, [s.l.], v. 22, n. 2, p. 243-261, 2015. DOI: 10.14210/alcance.v22n2.p243-261.

FINI, Riccardo; GRIMALDI, Rosa; SANTONI, Simoni; SOBRERO, Maurizio. Complements or substitutes? The role of universities and local context in supporting the creation of academic spin-offs. **Research Policy**, [s.l.], v. 40, n. 8, p. 1113-1127, 2011. DOI: 10.1016/j.respol.2011.05.013.

GARMENDIA, José María Beraza; CASTELLANOS, Arturo Rodríguez. Los programas de apoyo a la creación de spin-offs en las universidades españolas: una comparación internacional. **Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa**, [s.l.], v. 17, n. 2, p. 89-117, 2011. DOI: 10.1016/S1135-2523(12)60054-9.

GOMES, Leonardo Augusto de Vasconcelos *et al.* Inovação como transição: uma abordagem para o planejamento e desenvolvimento de spin-offs acadêmicos. **Production**, [s.l.], v. 26, p. 218-234, 2015. DOI: 10.1590/0103-6513.069811.

KHACHATRYAN, Karlen *et al.* Development of university–industry partnership in Armenia: university perspective. **Journal of International Education in Business**, [s.l.], v. 17, n. 1, p. 170-192, 2024. DOI: 10.1108/JIEB-07-2023-0051.

KOLB, Cornelia; WAGNER, Marcus. How university spin-offs differ in composition and interaction: a qualitative approach. **The Journal of Technology Transfer**, [s.l.], v. 43, p. 734-759, 2018. DOI: 10.1007/s10961-017-9629-1.

MARTIN, Stuart T. A Tax-Saving Spin Off. **Science**, [s.l.], v. 154, n. 3745, p. 73-73, 1966. Disponível em: <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.154.3745.73.a>. Acesso em: 1º out. 2024.

MATHISEN, Marius Tuft; RASMUSSEN, Einar. The development, growth, and performance of university spin-offs: A critical review. **The Journal of Technology Transfer**, [s.l.], v. 44, n. 6, p. 1.891-1.938, 2019. DOI: 10.1007/s10961-018-09714-9.

MÜLLER-WIELAND, Róda; MUSCHNER, Antonia; SCHRAUDNER, Martina. Academic entrepreneurship: phase-specific constraints and needs. **Journal of Enterprising Communities: People and Places in the Global Economy**, [s.l.], v. 13, n. 3, p. 353-371, 2019. DOI: 10.1108/JEC-01-2019-0006.

PARMENTOLA, Adele; FERRETTI, Marco. Stages and trigger factors in the development of academic spin-offs: An explorative study in southern Italy. **European Journal of Innovation Management**, [s.l.], v. 21, n. 3, p. 478-500, 2018. DOI: 10.1108/EJIM-11-2017-0159.

PAVANI, Claudia; OLIVEIRA JR., Moacir de Miranda. Spin offs universitárias de sucesso: um estudo multicase de empresas originárias da Escola Politécnica da USP e da COPPE da UFRJ. In: XVI CONGRESO LATINO-IBEROAMERICANO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA, 2015, Porto Alegre. **Anais [...]**. Proceedings Altec, Porto Alegre: UFGRS, 2015. Disponível em: <https://altec2015.nitec.co/altec/papers/225.pdf>. Acesso em: 1º out. 2024.

RAMOS, Polyanna Telles; QUINTELLA, Cristina M. Panorama sobre Métricas e Parâmetros do Empreendedorismo, sua Evolução e Mapeamento Patentário – RSL. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 17, n. 1, p. 3-17, 2024. DOI: 10.9771/cp.v17i1.55702.

RASMUSSEN, Einar; BORCH, Odd Jarl. University capabilities in facilitating entrepreneurship: A longitudinal study of spin-off ventures at mid-range universities. **Research Policy**, [s.l.], v. 39, n. 5, p. 602-612, 2010. DOI: 10.1016/j.respol.2010.02.002.

RASMUSSEN, Einar; WRIGHT, Mike. How can universities facilitate academic spin-offs? An entrepreneurial competency perspective. **The Journal of Technology Transfer**, [s.l.], v. 40, p. 782-799, 2015. DOI: 10.1007/s10961-014-9386-3.

SCORSATTO, Filipe; FISCHER, Bruno; SCHAEFFER, Paola Rücker. Locational Dynamics of Academic Spin-Offs: Evidence from Brazil. In: INTERDISCIPLINARY CONFERENCE ON INNOVATION, DESIGN, ENTREPRENEURSHIP, AND SUSTAINABLE SYSTEMS. **Anais [...]** Proceedings of IDEAS 2019, Springer International Publishing, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-030-55374-6_7. Acesso em: 1º out. 2024.

STEEN, Marianne Van der; ORTT, Roland; SCHOLTEN, Victor. Exploring determinants of life sciences spin-off creation: empirical evidence from the Netherlands. **International Journal of Entrepreneurship and Small Business**, [s.l.], v. 10, n. 1, p. 30-48, 2010. DOI: 10.1504/IJESB.2010.033047.

SWAMIDASS, Paul M. University startups as a commercialization alternative: lessons from three contrasting case studies. **The Journal of Technology Transfer**, [s.l.], v. 38, p. 788-808, 2013. DOI: 10.1007/s10961-012-9267-6.

TOLEDANO, Nuria; GONZALEZ-SANZ, Juan D. Beyond the good and the right: Rethinking the ethics of academic entrepreneurship from a relational perspective. **Research Policy**, [s.l.], v. 53, n. 2, p. 104944, 2024. DOI: 10.1016/j.respol.2023.104944.

WALTER, Achim; COVIELLO, Nicole; RITTER, Thomas. Leveraging the Lab: How Pre-Founding R&D Collaboration Influences the Internationalization Timing of Academic Spin-Offs. **Entrepreneurship Theory and Practice**, [s.l.], v. 48, n. 1, p. 71-103, 2024. DOI: 10.1177/10422587221141678.

XU, Jing; DAI, Yijia. Are academic spin-offs more socially responsible? The influence of origin on entrepreneurial behaviors. **Technological Forecasting and Social Change**, [s.l.], v. 200, p. 123066, 2024. DOI: 10.1016/j.techfore.2023.123066.

ZUPIC, Ivan; ČATER, Tomaz. Bibliometric Methods in Management and Organization. **Organizational Research Methods**, [s.l.], v. 18, n. 3, p. 429-472, 2015. DOI: 10.1177/1094428114562629.

Sobre os Autores

Vilma dos Santos Ramos

E-mail: vilmaramosms@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-5483-3081>

Mestre em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação, pelo Instituto Federal de Mato Grosso do Sul, 2024.

Endereço profissional: Av. Costa e Silva s/n, Campo Grande, MS. CEP: 79070-900.

Rafael Verão Françaço

E-mail: rafael.francozo@ifms.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5839-8160>

Doutor em Pesquisa Operacional pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica/Universidade Federal de São Paulo (2020).

Endereço profissional: Rua Pedro de Medeiros, n. 941, Corumbá, MS. CEP: 79310-110.

Propriedade Intelectual nos *Videogames*: uma prospecção tecnológica de registros nacionais no INPI

Intellectual Property in Videogames: a technological prospection of national registrations at INPI

Túlio da Silva Ferreira¹, George do Nascimento Ribeiro¹

¹Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba, João Pessoa, PB, Brasil

Resumo

A indústria de jogos digitais está crescendo rapidamente no Brasil, mas os desenvolvedores nacionais enfrentam desafios significativos na proteção de sua propriedade intelectual. Este artigo, de natureza descritiva e exploratória, teve como objetivo investigar as formas de proteção de propriedade intelectual aplicáveis aos *videogames* no Brasil, trazendo elementos que auxiliem a orientar estratégias de proteção de PI relacionada ao tema. Utilizando pesquisas nas bases do INPI com operadores *booleanos* e filtros específicos, o estudo pretende destacar as características e as vantagens de cada forma de proteção. Os resultados das buscas no INPI enfatizam a importância da proteção dos ativos de propriedade intelectual no setor de videogames, evidenciada pela baixa quantidade de registros encontrados: 6,58% em *software*, 2,88% em desenhos industriais e 24,79% em depósitos de patentes.

Palavras-chave: Jogos eletrônicos; Desenvolvedores; Proteção de PI.

Áreas Tecnológicas: Propriedade Intelectual. Programa de Computador. Inovação e Desenvolvimento.

Abstract

The digital games industry is rapidly growing in Brazil, but local developers face significant challenges in protecting their intellectual property. This descriptive and exploratory article aims to investigate the forms of intellectual property protection applicable to video games in Brazil, providing elements to help guide IP protection strategies related to the topic. Using searches in the INPI databases with Boolean operators and specific filters, the study seeks to highlight the characteristics and advantages of each form of protection. The results of the INPI searches emphasize the importance of protecting intellectual property assets in the video game sector, evidenced by the low number of records found: 6.58% in software, 2.88% in industrial designs, and 24.79% in patent filings.

Keywords: Electronic games; Developers; IP Protection.



1 Introdução

Os videogames são obras de autoria complexas que englobam diversas formas artísticas, como música, roteiros, gráficos, vídeos, pinturas e personagens. Essas criações envolvem interação humana ao serem executadas por meio de programas de computador em *hardware* específico. Dessa forma, jogos digitais constituem criações compostas de uma mistura de elementos individuais que podem ser protegidos por direitos autorais, incluindo personagens, trilha sonora e configurações, desde que alcancem um nível suficiente de originalidade e de criatividade (Romão e Silva *et al.*, 2019).

Tratar os jogos digitais como obras audiovisuais é a interpretação comum entre especialistas e profissionais de propriedade intelectual no Brasil, sendo o direito autoral o meio mais utilizado de proteção no Brasil, já que protege a expressão de uma ideia, e todo o conjunto de expressões contidas nos jogos eletrônicos pode, portanto, receber uma proteção – como sons, imagens, personagens, telas, texto e conjuntos de cores (Ramos *et al.*, 2013).

Sob a ótica da propriedade intelectual, os jogos eletrônicos não apresentam características inerentemente específicas associadas a uma única categoria (Menezes; Bortoli, 2016). Os *videogames* podem ser abrangidos por diversas formas de proteção de propriedade intelectual. Por exemplo, o *hardware* pode ser protegido por patentes ou topografia de circuitos integrados, o *software* pode ser resguardado por direitos autorais, enquanto seus elementos artísticos podem ser protegidos por desenho industrial e, em alguns casos, marcas (Pimentel; Borges Barbosa, 2022).

A indústria do Entretenimento e Mídia (E&M) gerou \$ 2,34 trilhões em rendimentos mundiais em 2021 e espera-se que alcance uma média de 4,6% de taxa de crescimento anual composta entre 2022 e 2026 (Ballhaus; Chow; Rivet, 2021). Dentro desse segmento, a indústria de videogames tem crescido significativamente, com um aumento de 32% entre 2019 e 2021. Projeções mostram que essa indústria deverá atingir a marca de \$ 321 bilhões em receitas anuais até 2026, conquistando a segunda posição em termos de receitas na indústria de E&M em nível global, ficando atrás apenas do setor de *streaming* (Pimentel; Borges Barbosa, 2022).

Segundo o relatório da Associação Brasileira de Desenvolvedoras de Jogos Eletrônicos (Aragames), o Brasil é o maior mercado de *games* da América Latina e o 10º no mundo em receitas, como apontado em pesquisa da Newzoo (2021). A receita estimada em 2021 foi de 11 bilhões de reais, e o mapeamento mais recente da indústria identificou a existência de mais de mil estúdios, os quais estão gerando mais de 12.000 empregos formais (Fortim, 2022).

Com relação à proteção de PI, segundo o Censo brasileiro da indústria de jogos digitais de 2018, 41,7% das empresas desenvolvedoras respondentes declararam conhecer e ter contratos com colaboradores ou parceiros para proteger a PI, ao passo que 29,9% declararam desconhecer e não ter contratos com colaboradores ou parceiros para proteção de PI (Pimentel; Borges Barbosa, 2022). Contudo, na *Pesquisa da indústria brasileira de games 2022*, contratada pela Aragames e pela Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos (ApexBrasil), 93% das empresas respondentes declararam desenvolver PI própria.

O objetivo geral deste trabalho focou em identificar várias formas de proteção por meio de ativos da propriedade intelectual para jogos digitais no Brasil, fornecendo elementos adicionais para orientar estratégias de proteção de propriedade intelectual ligada a videogames. Como objetivo específico, os autores buscaram realizar uma prospecção tecnológica nas bases de dados do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), focando em programa de computador, desenho industrial e patentes, fazendo um levantamento dos depósitos realizados por titulares nacionais, principalmente, empresas desenvolvedoras de jogos.

2 Metodologia

O trabalho foi elaborado a partir da análise de diversas formas de proteção de PI para jogos digitais, focando especialmente nos registros de Programa de Computador, Desenho Industrial e depósito de pedidos de Patentes. Para realizar isso, utilizou-se uma abordagem que combina uma pesquisa bibliográfica e exploratória, com o intuito de compreender vários modos de proteger a Propriedade Intelectual dos jogos. Vale salientar que o escopo territorial dessa análise foi o Brasil, uma vez que diferentes países tratam essa questão de maneiras distintas.

A prospecção tecnológica abordada neste artigo envolveu uma análise de dados do INPI. O levantamento de dados foi feito no mês de novembro de 2023, entre os dias 22 e 26, utilizando como estratégia de busca a combinação de palavras-chave no campo título das seguintes bases: Programa de Computador, Desenho Industrial e Patentes. Para fazer a busca de acordo com o tema aqui proposto, foram empregadas palavras-chave específicas nas buscas, como “jogo”, “digital”, “eletrônico”, “*game*” e “videogame”. Quando se mostrou necessário para direcionar a busca, também foi utilizado o operador booleano “AND”.

As informações encontradas nas três bases de dados foram tratadas diferentemente, de acordo com as demandas para alinhamento da pesquisa pretendida e com as nuances e os critérios específicos para cada base de dados no depósito do INPI.

Na seção de Programa de Computador, primeiramente leva-se em consideração o “Tipo de Programa” e o “Titular” do depósito. Consequentemente, foram excluídos da pesquisa: 1) programas classificados apenas como aplicativos; e 2) titulares que não se identificavam como empresas.

Na pesquisa dentro da base de Desenho Industrial, foi utilizado como critério de alinhamento a Classificação de Locarno e a nacionalidade dos depositantes, excluindo da pesquisa: 1) os resultados diferentes da classificação 21-01; e 2) os depositantes estrangeiros.

A busca na base de Patentes utilizou como critérios: a Classificação Internacional de Patentes (CIP) A63F e depositantes nacionais. Foram excluídos os processos que divergiam desses preceitos. Na Tabela 1, observa-se um resumo das informações analisadas pelos autores para o direcionamento da pesquisa.

Tabela 1 – Resumo dos critérios para pesquisa na base de dados do INPI

BASE DE DADOS	INFORMAÇÕES ANALISADAS
Programa de Computador	Tipo de Programa: Entretenimento
	Titular do Depósito: Empresas
Desenho Industrial	Classificação de Locarno: 21-01
	Depositantes: Brasileiros
Patentes	Classificação IPC: A63F
	Depositantes: Brasileiros

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2023)

No que se refere a estudos semelhantes presentes nos documentos desse periódico, após realizar buscas pelas palavras-chave “jogos”, “jogos eletrônicos” e “videogames”, não foram identificados trabalhos que abordem de maneira abrangente as diferentes formas de proteção de propriedade intelectual relacionadas a videogames. Ribeiro *et al.* (2024) apresentam uma prospecção tecnológica sobre *cloud gaming* (jogos em nuvem), identificando agentes e proteções de conhecimento associadas. O trabalho não aborda, entretanto, os tipos de proteção de PI para jogos no Brasil, tampouco realiza um mapeamento de registro nas bases do INPI. Assim, compreende-se que o presente trabalho contribui com a pesquisa apresentada, na medida em que traz novos elementos sobre essa temática.

3 Resultados e Discussão

O Instituto Nacional de Tecnologia (Brasil, 2017) estabeleceu que “[...] o jogo de *videogame* é um *software* criado com o intuito geral de entreter e ensinar, e é baseado na interação entre uma ou mais pessoas e um dispositivo eletrônico que executa o jogo”. Entendendo jogos eletrônicos como programas de computador, estes podem ser beneficiados por três formas distintas de proteção: direito autoral, patente de invenção e desenho industrial. Algumas características externas ao *software* também podem ser objeto de proteção por direito de propriedade intelectual, em especial a marca e, em casos específicos, o registro de topografia do circuito integrado associado a um possível *software* embarcado (Pierozan; Islabão; Schüler, 2023).

Nesse segmento, serão explanadas as diversas formas de proteção de PI que podem incidir em videogames, abordando suas principais características, ao passo que é realizada uma pesquisa no INPI, nas bases de dados de programa de computador, patentes e desenho industrial. A pesquisa foca principalmente nas proteções de programa de computador, patente e desenho industrial, por serem as bases de dados do INPI de relação mais próxima com a indústria de jogos digitais.

3.1 Proteção de Programa de Computador

Lidar com criatividade é complexo, obras criativas devem ser exploradas mediante o limite do Direito do Autor, garantidos os créditos da obra, o reconhecimento pela criatividade do autor não pode ser usurpado. Não resta dúvida quanto à compreensão predominante de que os videogames são considerados programas de computador ou *software*, estando, portanto, sujeitos à regulamentação estabelecida pela Lei Federal n. 9.609/98 (Brasil, 1998a), conhecida como a Lei de Programas de Computador (Turesso; Botelho, 2020). Os direitos autorais são regidos, principalmente, pela Lei n. 9.610/98, dispendo em seu artigo 7º, Inciso XII, que programas de computador “[...] são obras intelectuais protegidas as criações do espírito expressas por qualquer meio ou fixadas em qualquer suporte, tangível ou intangível, conhecido ou que se invente no futuro” (Brasil, 1998b, art. 7º).

Ao contrário de outras obras literárias, artísticas e científicas, ou mesmo outras produções audiovisuais como filmes, os jogos digitais não são explicitamente

mencionados em legislações nacionais como objetos passíveis de proteção. No entanto, ao analisar seus componentes individualmente, pode-se observar que muitos deles derivam de criações do intelecto humano e, portanto, são elegíveis para proteção por direitos autorais (Pimentel, 2023). Dessa forma, no contexto dos videogames, os direitos autorais podem ser aplicados para proteger elementos como o enredo, a trilha sonora, os personagens, as histórias de progressão de níveis, o conceito dos personagens, a arte conceitual, as representações de obras arquitetônicas e vários outros componentes (Greenspan *et al.*, 2014). Logo, uma música feita para um determinado jogo não é resguardada apenas como parte desse jogo, mas também possui sua proteção individualmente como uma música, enquadrada também no inciso V do artigo 7º da Lei n. 9.609/98 (Cheid, 2019).

Conforme aponta a metodologia estabelecida, esta seção apresenta os resultados da pesquisa realizada no INPI, a plataforma definida como base de dados para esta pesquisa. As buscas para Programas de Computador foram realizadas utilizando o campo “Contenha” e aplicando os filtros “todas as palavras” e “Título do Programa”. Para isso, foram utilizadas as *strings* de busca “jogo” e “game”. Devido à natureza dos programas de computador, não foi necessário combinar essas buscas com termos como “digital” e “eletrônico”, pois a categoria já atende a esses critérios.

A primeira busca com a *string* “jogo” resultou em 153 processos, enquanto “game” resultou em 90 processos. Então para alinhar com o objetivo, foi observado em que categoria de “Tipo de Programa” estavam registrados

cada um deles, separando aqueles que eram só aplicativos dos que tinham função de entretenimento, haja vista que a pesquisa foca na indústria de jogos eletrônicos como produto de entretenimento.

Por fim, foram separados apenas os registros cujos titulares eram empresas, pois o estudo parte da perspectiva da indústria. Curiosamente, muitos resultados foram registrados em nome de Universidades e de Institutos Federais, mas estes foram limados do resultado final, pois não atendiam aos critérios. Chegou-se então a um total de oito desenvolvedores nacionais que registraram 12 jogos na busca da palavra “jogo” e quatro desenvolvedores que registraram quatro jogos na busca por “game”. Totalizando 16 jogos registrados no INPI por desenvolvedores nacionais, conforme observado na Tabela 2.

A empresa com mais registros na pesquisa é Compalead Eletrônica do Brasil Indústria e Comércio Ltda., fundada em 2008, o ramo de atuação da empresa inclui a fabricação de equipamentos periféricos de informática. E a Sinergia Games Jogos de Desenvolvimento Pessoal Ltda. chamou a atenção, entre todas as empresas da pesquisa, já que é a única definida como estúdio, nesta pesquisa, com foco específico no desenvolvimento de jogos.

Importante mencionar que as legislações mencionadas não protegem o jogo como um todo, mas cada um de seus elementos individuais. No entanto, ao registrar um *software*, a proteção se restringe ao seu código, não abrangendo a funcionalidade em si, pois esta não é passível de proteção isolada.

Tabela 2 – Pesquisa na base de Programa de Computador

BASE	STRINGS DE BUSCA	NÚMERO DE RESULTADOS	TIPO DE PROGRAMA: APENAS APLICATIVO	TIPO DE PROGRAMA: ENTRETENIMENTO	DESENVOLVEDORES	TOTAL
INPI	Jogo	153	48	105	8 (12 jogos)	12
	Game	90	28	62	4 (4 jogos)	4
Total de processos						16

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2023)

3.2 Proteção de Desenho Industrial

Conforme prevê o artigo 95 da Lei n. 9.279/96, o Desenho Industrial pode ser definido como “[...] a forma plástica ornamental de um objeto ou o conjunto ornamental de linhas e cores que possa ser aplicado a um produto, proporcionando resultado visual novo e original na sua configuração externa e que possa servir de tipo de fabricação industrial” (Brasil, 1996, art. 95). O registro de um Desenho Industrial pode fortalecer a marca, criar tendência e adaptar novos segmentos. E, assim como a patente, deve obedecer aos mesmos três requisitos: novidade, originalidade e aplicação industrial.

O Manual de Desenhos Industriais, instituído a partir da Resolução INPI-PR n. 232/2019 (INPI, 2019), amplia a definição de desenhos industriais em seu item 2.4, estabelecendo diretrizes que afetam todos os pedidos de registro de desenhos industriais no Brasil, o que, por consequência, impacta o registro de interfaces gráficas. No entanto, uma vez que o manual não define parâmetros específicos para o registro de interfaces gráficas, estas seguem as mesmas diretrizes aplicadas a ornamentações de superfície (Queiroz, 2020).

A interface gráfica desempenha um papel crucial no sucesso de um videogame, impactando não apenas a percepção estética do jogo, mas também sua navegabilidade e jogabilidade. Devido à sua natureza, a interface gráfica pode ser passível de proteção por meio de direitos autorais, *trade dress*, marcas ou desenhos industriais (Pimentel, 2023). Desenhos industriais constituiriam uma proteção mais abrangente para as interfaces gráficas em comparação com as outras formas de proteção, porém, é onerosa e excessivamente extensa para a proposta das interfaces gráficas, e sua duração poderia interferir no equilíbrio entre os interesses do criador e os da sociedade (Stigler, 2014 *apud* Pimentel, 2023).

A legislação e as normas do Brasil não prevêm explicitamente a proteção de interfaces gráficas por meio

do desenho industrial. No entanto, o Manual de Desenhos Industriais, instituído pela Resolução INPI-PR n. 232/19 (INPI, 2019), inclui interfaces gráficas para ilustrar formas de formatação de títulos de registros de DIs e o uso de linhas pontilhadas em uma figura de um pedido de registro (Pimentel; Borges Barbosa, 2022).

Para as buscas na base de dados de Desenho Industrial do INPI, no campo “Contenha”, foram usados os filtros “todas as palavras” e “título”. Dessa vez, utilizou-se o operador booleano *AND* para combinar as palavras “jogo”, “eletrônico” e “digital”. Entretanto, a *string* “jogo *AND* digital” não obteve nenhum resultado. Segue então com mais duas buscas com as *strings* “game” e “videogame”.

Os resultados foram 70, 26 e oito processos, respectivamente, para as *strings* “jogo *AND* eletrônico”, “game” e “videogame”. O sistema de classificação internacional utilizado para classificar produtos para o registro de desenhos e modelos industriais é a Classificação Internacional de Locarno (LOC), adotado pelo Brasil no ano 2000 (Pimentel; Borges Barbosa, 2022). Então para o alinhamento da pesquisa, é necessário separar os resultados que estavam na classificação 21-01, definida como “Jogos e Brinquedos”. Por fim, foram filtrados os depositantes nacionais, chegando a um total de três resultados, conforme apresentado nas Tabela 3.

É possível destacar nesta pesquisa que a maioria dos registros de DI encontrados foram de gigantes da indústria, como a Nintendo Co. Ltd. Essa empresa japonesa é famosa por adotar uma abordagem rigorosa e proativa na defesa dos seus direitos autorais, marcas registradas e patentes. Isso se estende a vários aspectos de seus produtos, como *designs*, sendo o caso observado nesta pesquisa.

Também percebeu-se que, tanto em jogos convencionais quanto em jogos virtuais, o tabuleiro e as peças podem ser protegidos como Desenho Industrial, desde que atendam aos critérios de novidade e de originalidade, além de serem passíveis de produção industrial.

Tabela 3 – Pesquisa na base de Desenho Industrial

BASE	STRINGS DE BUSCA	NÚMERO DE RESULTADOS	ALINHAMENTO – CLASSIFICAÇÃO DE LOCARNO 21-01	DEPOSITANTES NACIONAIS	TOTAL
INPI	Jogo AND Eletrônico	70	55	3	3
	Game	26	6	0	0
	Videogame	8	3	0	0
Total de processos					3

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2023)

3.3 Pesquisa na Base de Patentes

As invenções relacionadas a programas de computador devem apresentar efeito técnico para serem passíveis de proteção por patente, além de atenderem aos demais requisitos de patenteabilidade, como novidade, atividade inventiva e aplicação industrial (Pimentel; Silva, 2014). Com relação a videogames, é possível identificar dois grupos com invenções suscetíveis de proteção por patentes: o *hardware*, que incorpora controladores, consoles, fones de ouvido, *mouses*, teclados e outras incorporações tangíveis; e o *software*, que abrange programas de computador, sistemas operacionais, recursos de interação e comunicação, entre outras invenções tangíveis (Pimentel, 2023).

Entende-se como contrato um acordo no qual o inventor explica sua criação, de forma detalhada, o funcionamento e o manuseio em favor de uma proteção garantida pelo Estado. As tecnologias incorporadas em *hardware* são mais facilmente identificadas, especificadas e explicadas em relatório descritivo de um formulário de pedido de registro de patentes, e sua aplicabilidade industrial é comprovada de forma mais fácil. Por essa razão, é comum encontrar proteções relacionadas a *hardware* do que *software* na indústria de *games* (Pimentel, 2023).

Quando se fala de patentes, não se fala de patentes de *software*, mas aplica-se o conceito de invenção implementada por computador, que foi introduzido para esclarecer que o código-fonte não é um assunto patenteável. Relacionado às Invenções Implementadas em Computador (IIC), o documento orientador é a Portaria INPI/PR n. 411, de 23 de dezembro de 2020, dadas as nuances desse tipo de proteção (INPI, 2020). As IICs, ao contrário do registro autoral concedido ao código-fonte do programa de computador, têm como foco a proteção do processo (ou método) que resolve um problema técnico específico (Pierozan; Islabão; Schüler, 2023).

Uma vez esclarecido isso, é possível estabelecer que uma invenção implementada por computador envolve o seu uso, o de rede de computadores ou de outro aparelho programável, como um console de jogo ou celular, em que uma ou mais características são realizadas total ou parcialmente por meio de um programa de computador (González, 2019).

Entende-se que a patente é uma solução técnica para um problema, e, por sua vez, como as invenções de programas de computador associadas a videogames têm fins de entretenimento, não se qualificariam como patentes. Entretanto, uma solução técnica, seja por meio de processo ou produto associado ao processo, é passível de proteção por patente de invenção, contanto que essas soluções não

estejam relacionadas ao próprio programa de computador (Menezes; Bortoli, 2016).

A aplicação industrial do *software* é suscetível pela sua exploração no mercado, e sua utilidade deve ser avaliada considerando cada jogo e a mecânica de jogabilidade (González, 2019). Em outras palavras, ao incorporar uma mecânica específica em um videogame que exige o uso de *hardware*, pode-se definir isso como uma aplicação industrial. O objetivo é diferenciar o jogo, melhorar a experiência do jogador e aumentar sua recepção no mercado. Se for bem recebido, essa abordagem pode torná-lo relevante no seu mercado.

Um *software* pode ser considerado para proteção por patentes quando o programa influencia processos que ocorrem fora do sistema do computador; quando o programa opera de maneira independente do próprio computador; quando o programa induz o computador ou o sistema a operar de uma maneira inovadora; quando o programa amplia a capacidade do sistema informático; ou quando o programa supera um problema identificado em sistemas informáticos (Pimentel, 2023).

Para a pesquisa na Base de Patentes, foram usados os filtros “todas as palavras” e “título”, no campo “Contenha”. Utilizou-se o operador booleano *AND*, e quatro pesquisas foram feitas com as seguintes *strings*: “jogo *AND* digital”, “jogo *AND* eletrônico”, “*game*” e “videogame”. Como resultados, foram obtidos: cinco processos para “jogo *AND* digital”, 54 processos para “jogo *AND* eletrônico”, 44 processos para “*game*” e 18 processos para “videogame”. Foi delimitado o alinhamento a partir da Classificação Internacional de Patentes (CIP).

Cada solicitação de patente publicada é categorizada na área tecnológica correspondente, para isso, o INPI utiliza a CIP com o objetivo de estabelecer a novidade e de avaliar a atividade inventiva das divulgações técnicas nos pedidos de patentes. A código da CIP definido foi A63F que trata de videogames e jogos eletrônicos em duas ou mais dimensões. Os resultados então foram filtrados, passando para 0 processos em “jogo *AND* digital”, 34 em “jogo *AND* eletrônico”, 20 em “*game*” e 10 em “videogame”.

O próximo passo foi filtrar os depositantes brasileiros nas *strings* “jogo *AND* eletrônico”, “*game*” e “videogame”, que ainda possuíam processos dentro dos critérios estabelecidos, chegando a um total de 20, oito e três processos, respectivamente, sendo que um processo estava duplicado, aparecendo em duas buscas. Desse modo, foram obtidos 30 processos alinhados com o objetivo e com depositantes nacionais, como mostra a Tabela 4.

Pode-se observar que menos da metade dos resultados alinhados com a pesquisa (30 de 64 processos) é de depositantes brasileiros, o restante pertence a grandes empresas estabelecidas no mercado de *games*. É notório que o mercado brasileiro ainda está em crescimento e investe pouco em *hardwares*, pois, como visto, são mais facilmente identificados os requisitos para proteção por patentes, sendo esse tipo de registro mais comum noutros mercados, ou são feitos por grandes empresas multinacionais.

Com isso, chegou-se ao resultado da pesquisa, como visto no Gráfico 1, comparando-se em todas as bases pesquisadas no INPI os resultados iniciais desta pesquisa

com os resultados finais, após aplicar os filtros dos critérios estabelecidos.

Os critérios adotados pelos autores trouxeram como base a realidade da indústria de jogos digitais para se alinhar com a pesquisa citada da ABragames, havendo uma consonância entre as pesquisas, conforme visto no gráfico apresentado. Os percentuais de resultados encontrados, segundo os critérios buscados, foram baixos, apenas 6,58% nos registros de Programa de Computador, 2,88% nos registros de DI e 24,79% de pedidos de depósitos de Patentes.

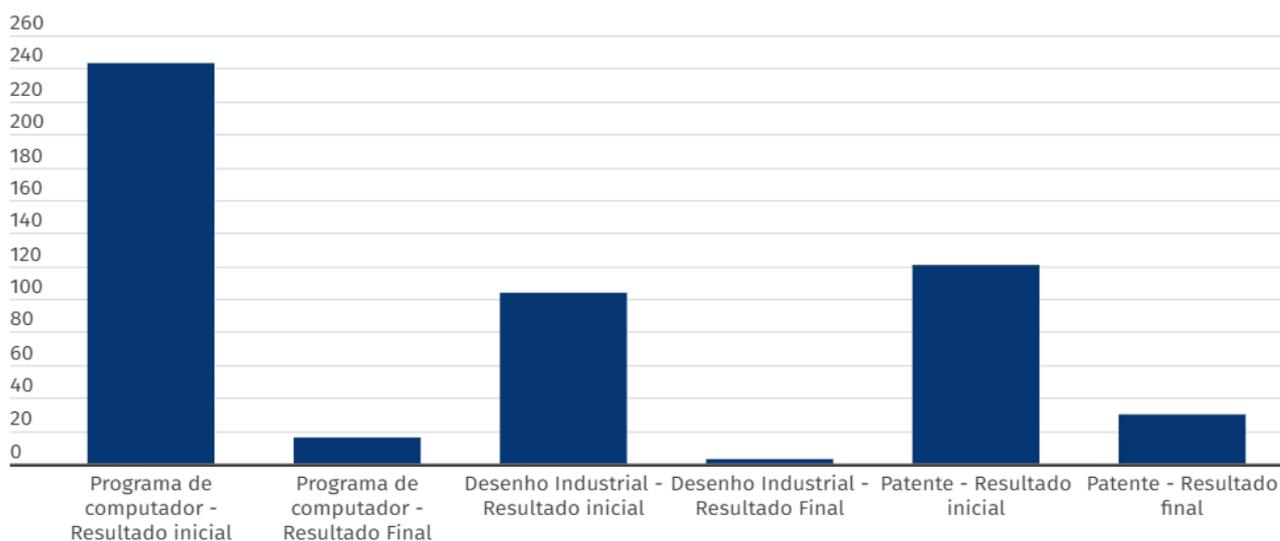
Tabela 4 – Pesquisa na base de Patentes

BASE	STRINGS DE BUSCA	NÚMERO DE RESULTADOS	ALINHAMENTO – A63F	DEPOSITANTES NACIONAIS	TOTAL
INPI	Jogo AND Digital	5	0	0	0
	Jogo AND Eletrônico	54	34	20	20
	Game	44	20	8	8
	Videogame	18	10	3 (- 1 duplicado)	2
Total de processos					30

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2023)

Gráfico 1 – Resultado final da pesquisa nas bases do INPI

Comparativo - Resultados iniciais da busca x Resultados aderentes aos critérios dos autores



Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2023)

4 Considerações Finais

A tendência no aumento de estúdios desenvolvedores de jogos na indústria nacional torna fundamental a proteção dos ativos de propriedade intelectual para garantir retorno financeiro correspondente ao investimento feito no desenvolvimento da PI. Geralmente, ao se abordar a proteção de jogos digitais, os desenvolvedores tendem a associá-la imediatamente ao registro de direitos autorais. No entanto, esse é apenas um dos métodos que podem assegurar a exclusividade do produto.

Embora no Brasil não seja possível obter uma “patente de *software*” para programa em si, como ocorre em países como os Estados Unidos, as IICs preenchem uma lacuna significativa ao possibilitar a proteção de processos. Isso amplia a segurança, impedindo a reprodução de um determinado programa de computador de jogo digital, independentemente da linguagem de programação utilizada.

Além das opções de registro por direito autoral e por patente de invenção, os aspectos visuais presentes em jogos, periféricos ou acessórios de videogames, podem igualmente ser protegidos por meio do registro de desenho industrial. Considerando o constante aumento de estúdios de desenvolvimento de jogos e, conseqüentemente, a maior produção nacional nessa área, essa modalidade de proteção oferece um considerável potencial para a salvaguarda dos direitos envolvidos.

Por fim, a pesquisa realizada nas bases de dados do INPI, conforme apontam os critérios utilizados aqui, corrobora com a premissa levantada inicialmente na pesquisa encomendada pela ABrGames. Os estúdios desenvolvedores de jogos estão em evidente crescimento, porém não se vê esse aumento refletir em registros de proteção de propriedade intelectual, mesmo com a maioria esmagadora dos estúdios desenvolvendo PI própria.

5 Perspectivas Futuras

Sendo assim, no âmbito nacional, como perspectivas para o futuro, pode-se vislumbrar uma ampliação do conhecimento sobre propriedade intelectual de videogames por meio de trabalhos que possam disseminar e explanar as várias formas de proteção para jogos digitais, resguardando os direitos dos desenvolvedores. Há alguns anos, o Brasil conta com o e-Software, um sistema que trouxe uma mudança de paradigma nos registros de *software* no INPI, tornando o processo de registro mais rápido, simples e menos burocrático.

Parcerias para Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) entre Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs) e empresas privadas foram um dos principais mecanismos para a rápida industrialização nos Estados Unidos e alguns países da

Europa e Ásia no último século. No entanto, essa realidade ainda está se consolidando no Brasil.

No setor de Jogos Eletrônicos, poucas empresas possuem os recursos materiais, humanos, financeiros e de conhecimento necessários para conduzir os esforços de P&D de forma independente, por isso, parcerias com universidades podem ser uma alternativa viável.

Como perspectiva para incentivar e fomentar o ambiente de negócios e aumentar a disponibilidade de capital para investimentos em empreendedorismo inovador no setor de *games* no futuro, também é possível citar o Marco Legal dos Jogos Eletrônicos (Lei n. 14.852), recentemente sancionado pelo Presidente. A legislação autoriza a produção, a importação, a comercialização, o desenvolvimento e o uso comercial de jogos eletrônicos em todo o território nacional, respeitando a soberania nacional e as diretrizes econômicas e financeiras estabelecidas na Constituição e em outras leis. Um dos principais objetivos dessa lei é fomentar o ambiente de negócios e aumentar a disponibilidade de capital para investimentos em empreendedorismo inovador no setor.

Partindo dos dados levantados nesta pesquisa, o próximo passo lógico, para os autores, pode ser o desenvolvimento desse estudo na forma de um manual ou programa de computador, como um aplicativo, de modo que o usuário possa inserir dados sobre o ativo de PI que deseja proteger do jogo ou periférico desenvolvido. Com essas informações, o usuário poderia ter orientações claras, incluindo os encaminhamentos necessários para o envio da documentação ao INPI ou órgão competente para o registro ou patente.

Referências

BALLHAUS, W.; CHOW, W.; RIVET, E. **Perspectivas do global entertainment & media outlook 2022-2026**. [2021]. Disponível em: <https://www.pwc.com/gx/en/industries/tmt/media/outlook/outlook-perspectives.html>. Acesso em: 1º dez. 2023.

BRASIL. Justiça Federal da 3ª Região. **Diário Eletrônico da Justiça Federal da 3ª Região, n. 101, São Paulo, 1 jun. 2017**. Seção Judiciária do Estado de São Paulo – Publicações Judiciais I – Capital SP – Subseção Judiciária de São Paulo – 1ª Vara Cível. Processo n. 5007448-54.2017.4.03.6100. Disponível em: <http://web.trf3.jus.br/diario/Consulta/PublicacoesAnteriores/2017-06-01>. Acesso em: 3 dez. 2023.

BRASIL. **Lei n. 9.279, de 14 de maio de 1996**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19279.htm. Acesso em: 3 dez. 2023.

BRASIL. **Lei n. 9.609, de 19 de fevereiro de 1998**. Lei de Softwares. [1998a]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19609.htm. Acesso: 3 dez. 2023.

BRASIL. **Lei n. 9.610, de 19 de fevereiro de 1998.** Lei de Direitos Autorais. [1998b]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19610.htm. Acesso: 3 dez. 2023.

CHEID, Danilo F. O. **Como os direitos autorais protegem os jogos digitais no Brasil.** 2019. 50f. Trabalho de Conclusão do Curso (Bacharelado em Direito) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2019.

COMPALEAD ELETRONICA DO BRASIL INDUSTRIA E COMERCIO LTDA. **Bloomberg**, 2023. Disponível em: <https://www.bloomberg.com/profile/company/0200053D:BZ>. Acesso em: 29 nov. 2023.

FLEURY, Afonso; NAKANO, Davi; CORDEIRO, J. H. D. O. **Mapeamento da indústria brasileira e global de jogos digitais.** São Paulo: GEDIGames/USP, 2014. p. 32-33.

FORTIM, I. (org.). **Pesquisa da indústria brasileira de games 2022.** São Paulo: Atragames, 2022.

GONZÁLEZ, Héctor Camilo Herrera. Protection of video game mechanics through the patentability of software. **Revista la Propiedad Inmaterial**, [s.l.], n. 27, p. 69-93, 2019.

GREENSPAN, David *et al.* **Mastering the game: business and legal issues for video game developers** – Creative Industries – Booklet n. 8. Geneva: WIPO, 2014. 242f.

INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. Portaria INPI/PR n. 232, de 7 de janeiro de 2019. **Manual de Desenhos Industriais.** Rio de Janeiro: INPI, 2019.

INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Classificação de patentes: IPC/CPC.** 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/patentes/classificacao>. Acesso: 2 dez. 2023.

INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. Portaria INPI/PR n. 411, de 23 de dezembro de 2020. **Revista da Propriedade Industrial**, Rio de Janeiro, n. 2.608, dez. 2020.

MENEGHETTI, Tarcísio Vilton. **Autoria e titularidade em jogos eletrônicos.** 2013. 214f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Jurídicas. Programa de Pós-Graduação em Direito. Florianópolis, SC, 2013.

MENEZES, Cláudia Cardinale Nunes; BORTOLI, Robélius de. Propriedade intelectual em jogos digitais: perspectiva do Brasil. **Cadernos de Direito**, Piracicaba, v. 16, n. 30, p. 187-206, jan.-jun. 2016.

NEWZOO. **Newzoo global games market report 2021.** [Amsterdam]: Newzoo, 2021. Disponível em: <https://newzoo.com/insights/trend-reports/newzoo-global-games-marketreport-2021-free-version>. Acesso em: 20 nov. 2023.

NINTENDO. **Perguntas frequentes sobre propriedade intelectual e pirataria.** 2023. Disponível em: https://pt-americas-support.nintendo.com/app/answers/detail/a_id/56238/~perguntas-frequentes-sobre-propriedade-intelectual-e-pirataria. Acesso: 30 nov. 2023.

PIEROZAN, Felipe; DE ISLABÃO, Genizia Islabão; SCHULER, Erik. Múltiplas Proteções por Direito de Propriedade Intelectual ao Programa de Computador e Análise de Jurisprudência. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 16, n. 3, p. 662-674, 2023.

PIMENTEL, I.; BORGES BARBOSA, P. Jogos eletrônicos e o desenho industrial no Brasil, marcas e design: a proteção do intangível na economia criativa. *In*: CESÁRIO, K. P. F.; CÂMARA, V. B. **Marcas e design: a proteção do intangível na economia criativa.** São Paulo: Revista dos Tribunais, 2022. p. 123-144. (Coleção Direito e Novas Tecnologias).

PIMENTEL, Isabella. **Registro de marcas e desenhos industriais por desenvolvedores de videogames no Brasil.** 2023. 212f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Inovação, Academia de Propriedade Intelectual Inovação e Desenvolvimento, Instituto Nacional da Propriedade Industrial, Rio de Janeiro, 2023.

PIMENTEL, Luiz Otávio; SILVA, Cláudio Eduardo Regis de Figueiredo. Conceito jurídico de software, padrão proprietário e livre: políticas públicas. **Revista Sequência: Estudos Jurídicos**, Florianópolis, p. 291-329, 2014.

QUEIROZ, Flávio Alcântara. A proteção das interfaces gráficas de usuário pelo registro de desenhos industriais no Brasil: evolução do número de depósitos nacionais de 2004 a 2016. *In*: PERALTA, Patrícia Pereira (org.). **Perspectivas sobre o Desenho Industrial.** Rio de Janeiro: Instituto Nacional da Propriedade Industrial; Academia de Propriedade Intelectual, Inovação e Desenvolvimento; Divisão de Pós-Graduação e Pesquisa, 2018. p. 97-103.

RAMOS, Andy *et al.* The legal status of video games: comparative analysis in national approaches. **WIPO Magazine**, [s.l.], p. 7-96, 2013.

RIBEIRO, Vianney de Oliveira *et al.* Mapeamento Tecnológico de Patentes Relacionados a Jogos em Nuvem (*Cloud Gaming*). **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 17, n. 5, p. 1.568-1.585, 2024.

ROMÃO E SILVA, Carolina Brasil *et al.* A Indústria dos Jogos Eletrônicos: Novas Tecnologias, Propriedade Intelectual e Cenário Mundial e Brasileiro. **Revista de Direito, Inovação, Propriedade Intelectual e Concorrência**, [s.l.], v. 5, n. 1, p. 1-20, 2019.

SENADO NOTÍCIAS. **Marco Legal dos Jogos Eletrônicos entra em vigor.** Da Agência Senado, em 6 de maio de 2024. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2024/05/06/marco-legal-dos-jogos-eletronicos-entra-em-vigor>. Acesso em: 26 jun. 2024.

SINERGIA STUDIOS. **Quem somos**. 2023. Disponível em: <http://www.sinergiastudios.com/a-sinergia-studios>. Acesso: 29 nov. 2023.

STIGLER, Rachel. Ooey GUI: The messy protection of graphical user interfaces. **Nw. J. Tech. & Intell. Prop.**, [s.l.], v. 12, p. 215, 2014.

TURESSO, Felipe Alves; BOTELHO, Martinho Martins. Titularidade de jogos eletrônicos e sua proteção nos direitos autorais. **Caderno da Escola Superior de Gestão Pública, Política, Jurídica e Segurança**, Curitiba, v. 3, n. 1, p. 189-215, jan.-jun. 2020.

Sobre os Autores

Túlio da Silva Ferreira

E-mail: tulio_ferreira_2@msn.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-6480-6904>

Especialista em Gestão Pública pela Universidade Estadual da Paraíba em 2015.

Endereço profissional: Universidade Estadual da Paraíba, Pró-Reitoria de Planejamento e Orçamento, Av. Dr. Francisco Pinto, n. 317 (Antigo Colégio Redentorista), Bairro Universitário, Campina Grande, PB. CEP: 58429-350.

George do Nascimento Ribeiro

E-mail: george.nascimento@professor.ufcg.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4225-0967>

Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande em 2014.

Endereço profissional: Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, Câmpus Universitário, Bairro Frei Damião, n. Sumé, PB. CEP: 58540-000.

Ecosistema Empreendedor: um estudo bibliométrico

Entrepreneurial Ecosystem: a bibliometric study

Jucelio Luiz de Paula Sales¹, Paulo Henrique de Lima Siqueira¹, Suelen Moura Teixeira¹, Bezamat de Souza Neto¹

¹Universidade Federal de São João del-Rei, São João del-Rei, MG, Brasil

Resumo

O objetivo deste estudo foi analisar a evolução temática do campo de pesquisa sobre ecossistemas empreendedores que baseado em artigos publicados na língua inglesa na base de dados da Web of Science (WoS), utilizando as expressões “*entrepreneurial ecosystem*” or “*entrepreneurial ecosystems*”, sem definir período de busca. Para tanto, foi realizada uma revisão sistemática da literatura por meio de um estudo bibliométrico com análise a partir de citações com a utilização do *software* CitNetExplorer, que possibilita visualizar e analisar redes de citações, aplicando as funcionalidades de *core publication* (corte dos artigos mais relevantes), *clustering* (agrupamento de publicações similares) e *drill down* (criação de sub-rede de publicações). Os resultados obtidos indicam que as publicações são recentes e que a principal preocupação dos autores é estabelecer um conceito definitivo para o tema, uma vez que era o *cluster* com 377 publicações. Outras três temáticas abordadas foram: ecossistemas empreendedores sustentáveis, empreendedorismo nas universidades e estudos de caso de ecossistemas empreendedores.

Palavras-chave: Ecosistema; Empreendedorismo; Bibliometria.

Área Tecnológica: Ecosistema de Inovação.

Abstract

The objective of the study was to analyze the thematic evolution of the research field on entrepreneurial ecosystems, based on articles published in English in the Web of Science (WoS) database using the expressions “*entrepreneurial ecosystem*” or “*entrepreneurial ecosystems*”, without defining a search period. To this end, a systematic review of the literature was carried out through a bibliometric study with citation-based analysis using the CitNetExplorer software, which allows visualizing and analyzing citation networks, applying the functionalities of core publication (cutting the most relevant articles), clustering (grouping similar publications) and drill down (creating a sub-network of publications). The results obtained indicate that the publications are recent and the main concern of the authors was to establish a definitive concept for the theme, since it was the cluster with 377 publications. Three other themes addressed were: sustainable entrepreneurial ecosystems, entrepreneurship in universities and case studies of entrepreneurial ecosystems.

Keywords: Ecosystem; Entrepreneurship; Bibliometrics.

1 Introdução

O surgimento do termo Ecosistema Empreendedor (EE) tem chamado a atenção de estudiosos como Stam e Van de Ven (2021), Roundy, Bradshaw e Brockman (2018), Malecki (2018), Audretsch e Belitski (2017), Brown e Mason (2017), Stam e Spigel (2016) e Isenberg (2010), o que desperta o interesse em analisar a evolução da temática e dos conteúdos elaborados no sentido de promover o entendimento e o conhecimento que permeiam os EEs.

Nesse sentido, é relevante a realização de um estudo bibliométrico, uma vez que possibilita identificar de que maneira o tema EE tem sido abordado em pesquisas e apontar possíveis lacunas ainda não exploradas. Um estudo bibliométrico consiste em uma técnica de análise de pesquisa que estuda publicações em livros, relatórios e artigos (Ferreira, 2011). O uso desse método permite ainda identificar a literatura em qualquer área de pesquisa, mapear sua estrutura intelectual e, assim, obter uma visão do campo refletida no comportamento dos próprios atores (Ramos-Rodríguez e Ruíz-Navarro, 2004).

Sendo assim, este trabalho realiza um levantamento bibliométrico dos artigos publicados sobre o tema Ecosistema Empreendedor. A metodologia para o estudo foi conduzida por meio de busca na plataforma Web of Science (WoS). Em seguida, foi utilizado o CitNetExplorer, um *software* livre que permite que redes de citações em publicações científicas sejam visualizadas e analisadas. De acordo com os desenvolvedores da ferramenta, Van Eck e Waltman (2014), o CitNetExplorer possibilita a geração de redes de citações de um determinado tema, interligando autores por meio das referências de seus trabalhos e apresentando os trabalhos em ordem cronológica, o que facilita a construção de um referencial teórico com rigor metodológico.

Dessa forma, este estudo tem como objetivos específicos acerca do campo de pesquisa sobre EEs: identificar as principais publicações por meio da funcionalidade *Core Publication* do *software* CitNetExplorer e conhecer os principais temas pela funcionalidade *Clustering* do mesmo *software*.

O interesse pelos EEs tem crescido nos últimos anos, resultando em um aumento na realização de pesquisas na área. A atenção se justifica pela importância da temática no contexto da formulação de políticas públicas voltadas para estimular os EEs, com intuito de promover o desenvolvimento regional e a geração de emprego.

O termo ecossistema não tem sua origem no universo da Administração. O conceito foi criado por Tansley, em 1935, dentro do contexto da Biologia, para definir o conjunto de organismos vivos e não vivos que interagem uns com os outros e com o ambiente. Utilizando-se desse conceito

de interação, as ciências sociais se apropriaram do termo ecossistema com o intuito de demarcar o conjunto de atores interconectados que se unem com o objetivo de mediar e gerir o desempenho dentro do ambiente empresarial local.

A conexão entre diferentes atores para promover a inovação e o empreendedorismo já era citada como importante há algumas décadas. Freeman (1995) traz o conceito de inovação por meio de sistemas para compreender os processos que sustentam a geração e a transferência localizada de conhecimento e a relevância do desenvolvimento de redes e de novos sistemas tecnológicos. Para o autor, os sistemas nacionais e regionais de inovação, que englobam a infraestrutura, as competências, os serviços especializados e a confiança mútua nas relações pessoais, são essenciais para a economia (Freeman, 1995).

Dentro desse contexto, é possível perceber que, para a efetivação de um processo de desenvolvimento econômico de um determinado local, a interação e a conexão entre os atores envolvidos são fundamentais. Dessa maneira, a importância da interconexão de atores de diferentes segmentos para a promoção de um desenvolvimento regionalizado encontra parte de seu conceito no termo ecossistema, que representa exatamente a interação com indivíduos e com o ambiente. Sendo assim, a dinâmica sistêmica, que viria a ser abarcada pelo conceito de Ecosistema Empreendedor, já permeava estudos anteriores.

O termo ecossistema empreendedor foi empregado pela primeira vez por Isenberg (2010), em seu artigo “*How to Start an Entrepreneurial Revolution*”. Para o autor, “[...] ecossistema de empreendedorismo consiste em um conjunto de elementos individuais – como liderança, cultura, mercados de capitais e clientes de mente aberta – que se combinam de maneira complexa” (Isenberg, 2010, p. 3). O autor pontua que, isoladamente, cada um desses elementos é propício ao empreendedorismo, mas insuficiente para sustentá-lo. Sendo assim, “[...] para criar um ambiente favorável ao empreendedorismo, esses elementos devem estar integrados em um sistema holístico” (Isenberg, 2010, p. 3).

A partir de Isenberg (2010), diversos autores se debruçaram sobre o tema, elaborando estudos que têm como destaque o EE. Entre os estudiosos que pesquisam o conceito, Brown e Mason (2017) destacam o crescimento das pesquisas na área e apontam lacunas na utilização do conceito, as quais limitam o entendimento desses organismos complexos, ignorando a heterogeneidade natural dos ecossistemas.

Stam (2015) aborda também que o termo abrange uma área de estudo rica em conteúdo e demanda novas pesquisas, visando alcançar uma profundidade maior na aplicação do conceito, considerando que o fato de já ser bastante disseminado não significa ser profundo e respondendo às questões conceituais, teóricas e empíricas.

Além da necessidade de formulação de novos estudos, percebe-se que, nas pesquisas já realizadas, houve uma mudança no foco das abordagens. Estas passaram a se concentrar não apenas no empreendedor, mas, de forma mais efetiva, no contexto no qual a ação empreendedora é realizada. Venkataraman (2019, p. 120) detalha esse movimento, afirmando que “[...] assim como os economistas não definem a economia definindo o alocador de recursos [...] seria um erro definirmos a nossa área definindo o empreendedor”.

Essa transição da abordagem voltada para a política de empreendedorismo, de acordo com a política de economia empreendedora, também é citada por Stam (2015). Nesse cenário, as políticas desenvolvidas mudaram o foco, passando da busca por fomentar uma quantidade maior de empreendedores para a prática de aprimorar a qualidade do empreendedorismo. Para Stam (2015, p. 1.765),

[...] o empreendedorismo produtivo é a atividade empreendedora que resulta na criação de valor agregado, significa que o valor total (social) criado pela atividade empreendedora deve ser maior do que a soma do valor (privado) criado para os empresários individuais.

Nesse sentido, é possível concluir que, dentro da construção de EEs, “[...] os empreendedores são os atores centrais e a literatura de EE visa explicar empreendedorismo numa perspectiva sistêmica” (Brown e Mason, 2017, p. 13). Por fim, e diante dessa construção de argumentos, Stam e Spigel (2016, p. 1) definem o ecossistema de empreendedorismo como o “[...] conjunto de atores interdependentes e fatores coordenados de tal forma que possibilitem o empreendedorismo produtivo dentro de um determinado território”.

Spigel (2017, p. 2) complementa esse conceito da seguinte forma:

Os ecossistemas empreendedores são combinações de elementos sociais, políticos, econômicos e culturais dentro de uma região que apoiam o desenvolvimento e o crescimento de *startups* inovadoras e incentivam os empreendedores nascentes e outros intervenientes a assumirem os riscos de iniciar, financiar e de outra forma ajudar empreendimentos de alto risco.

Com base no que foi apresentado, identifica-se o crescente interesse de estudiosos por aprimorar e construir, de maneira mais profunda, o conceito de Ecossistema Empreendedor. Para tal, houve um aumento de pesquisas sobre o tema com o propósito de preencher essa lacuna. Um consenso entre os estudiosos é a natureza sistêmica dos EEs compostos de diversos atores que incluem instituições

públicas e privadas, organizações e os próprios agentes empreendedores.

Diante do exposto, a presente pesquisa buscou identificar o crescimento dos estudos sobre os EEs, no intuito de apresentar a evolução do conceito ao longo dos anos. A pesquisa objetivou ainda contribuir para detectar possíveis lacunas ainda existentes para a consolidação do conceito de EE.

2 Metodologia

Este estudo bibliométrico contou com o auxílio do *software* CitNetExplorer, cujo objetivo principal foi analisar a evolução temática do campo de pesquisa sobre EEs, a fim de identificar como a pesquisa nesse campo tem evoluído e apontar os principais temas que vêm sendo estudados.

Dessa forma, foi realizada uma pesquisa bibliométrica, que promove um estudo da literatura por meio de uma análise de citação, mapeando um campo de pesquisa por meio de informações bibliográficas (Lu e Liu, 2016). “O uso de alguma forma de técnica bibliométrica, ao fazer uma revisão da literatura, permite a compreensão de padrões potenciais e, possivelmente, a evolução de um fluxo de pesquisa ou tópico” (Ferreira, 2011, p. 357).

O Cochrane Systematic Review (CSR) apresenta características significativas e uma metodologia rigorosa para a revisão sistemática de evidências científicas (Higgins; Green, 2011). Assim, com o objetivo de realizar um processo sistemático e transparente, foram utilizadas e adaptadas as instruções do CSR para a realização deste estudo. As etapas desenvolvidas na aplicação do CSR são: elaboração da pergunta de pesquisa; elaboração do protocolo de revisão, que define estratégias de buscas, critérios de seleção dos estudos e métodos de extração de dados; realização da busca e atualização do protocolo; e análise e síntese dos dados (Higgins; Green, 2011).

A consulta foi realizada na base de dados da Web of Science (WoS), utilizando o campo “título” por meio das expressões “*entrepreneurial ecosystem*” or “*entrepreneurial ecosystems*”, sem definir o período de busca, exatamente para tentar identificar quando o tema Ecossistemas Empreendedores começou a ser pesquisado. Por meio dessa estratégia de pesquisa, buscou-se traçar uma linha de tempo referente ao interesse no estudo sobre o tema.

A consulta apresentou como resultado inicial um total de 586 publicações. A partir desse montante, foi aplicado um refinamento na consulta com o intuito de filtrar apenas artigos publicados em inglês, o que resultou em um total de 482 artigos. Em seguida, foi realizada a exportação desses artigos, com seus registros completos e referências citadas em forma de texto sem formatação, para a ferramenta de *software* CitNetExplorer, utilizada para visualizar e analisar

redes de citações importadas diretamente do banco de dados WoS de publicações científicas (CitNetExplorer, 2024).

Após a exportação do conteúdo na plataforma WoS, o arquivo, gerado com 482 publicações e 4.524 *links* de citações, no período de 2012 a 2023, foi aberto no aplicativo CitNetExplorer. Com o resultado apresentado pelo sistema, foi possível concluir que os estudos sobre Ecosistemas Empreendedores são recentes e, basicamente, tiveram início no ano de 2012.

Foram utilizadas as técnicas *Core Publication* e *Clustering* do CitNetExplorer para analisar as publicações principais e o agrupamento das publicações relevantes, respectivamente, com o objetivo de levantar os principais temas do campo de pesquisa sobre EEs.

Como critério de corte dos artigos mais relevantes (*Core Publication*), foi utilizado o índice *h* desenvolvido por Hirsch (2005), que combina a produtividade do autor com seu impacto. Ou seja, essa ferramenta quantifica a produtividade dos pesquisadores com base nos seus artigos mais citados, considerando quantidade (número de artigos) e qualidade (número de citações), simultaneamente. Segundo esse critério, o fator de impacto das publicações principais possui índice $h = 11$. Assim, foram analisadas as dez publicações que apresentaram um número de citação (≥ 11) maior ou igual a 11.

Para o CitNetExplorer, o número de citações de uma publicação dentro da rede de citação em análise é o *score* de citação interna daquela publicação (Van Eck e Waltman, 2014). Dessa forma, por exemplo, o fator de impacto do artigo de Spigel (2017) apresentou um *score* interno de citação igual a 311 (Tabela 1), isto é, 311 artigos da rede de citação interna fizeram referência a essa publicação.

A análise de *clustering* foi empregada para agrupar publicações em áreas de pesquisa e foca nos agrupamentos por similaridade ou associação de publicações que possuem uma conexão em termos de citação, auxiliando na identificação de tópicos de pesquisa na literatura e permitindo analisar a cronologia e a evolução dentro de cada *cluster* identificado (Van Eck; Waltman, 2017).

O parâmetro de resolução-padrão (1,00) do programa CitNetExplorer foi empregado para todas as análises de *cluster*. Esse recurso controla o tamanho dos *clusters* gerados, de modo que, quanto maior o valor do parâmetro, maior será o número de *clusters* obtidos na análise (Van

Eck; Waltman, 2014). O tamanho do *cluster* foi definido para dez publicações de forma que os *clusters* que tivessem um número de publicações abaixo desse valor estabelecido seriam mesclados com outros *clusters*.

O recurso “*drill down*” do *software* permite aprofundar uma rede completa e detalhá-la para atingir uma sub-rede. Com essa funcionalidade, é possível analisar as principais publicações de cada *cluster* (Van Eck e Waltman, 2014), identificando as publicações pioneiras com as maiores pontuações e aquelas mais recentes da rede. Foram analisados os títulos, os resumos e as palavras-chave das publicações de cada *cluster*, a fim de identificar as principais temáticas de pesquisa sobre EEs, conforme exposto na seção a seguir.

3 Resultados e Discussão

A partir deste momento, serão analisados os resultados levantados na pesquisa, buscando cumprir os objetivos propostos neste estudo. Para melhor entendimento, as discussões foram divididas em dois subitens, sendo “As Principais Publicações no Campo de Pesquisa sobre Ecosistemas Empreendedores” e “Os Principais Temas de Pesquisa sobre Ecosistemas Empreendedores”.

3.1 As Principais Publicações no Campo de Pesquisa sobre Ecosistemas Empreendedores

Esta seção buscou analisar as principais publicações sobre EEs por meio da técnica de *Core Publication* do *software* CitNetExplorer, que cria *scores* de citação interna para as publicações, em que as publicações com maior *score* são consideradas as principais. Assim, como já dito anteriormente, foi utilizado o fator de impacto “11” para a aplicação da *Core Publication* de modo que, dos 482 artigos da base de dados, 250 atenderam ao critério estabelecido, possuindo, no mínimo, 11 citações internas, sendo, assim, as publicações mais citadas. A Figura 1 exibe os resultados por meio do recurso “*drill down*” do *software*, no qual se pode observar a cronologia dessas principais publicações. A partir da Figura, é possível verificar que as principais pesquisas da área abordam as publicações que integram a corrente teórica dominante (*mainstream*) do campo de estudos sobre EE e também as visões mais recentes da literatura.

Como observa-se na Figura 1, a publicação mais antiga, entre as principais, é “*Clusters, entrepreneurial ecosystem co-creation, and appropriability: a conceptual framework*”, publicada por Christos Pitelis (2012). Esse artigo aborda o fato de a literatura existente sobre *clusters* subestimar o papel dos empreendedores e da gestão empresarial na criação e na cocriação de organizações, mercados e ecossistemas de apoio. O autor sugere que os *clusters* podem envolver vantagens que ajudam a gerar uma apropriação superior de valor cocriado em comparação com as alternativas (Pitelis, 2012).

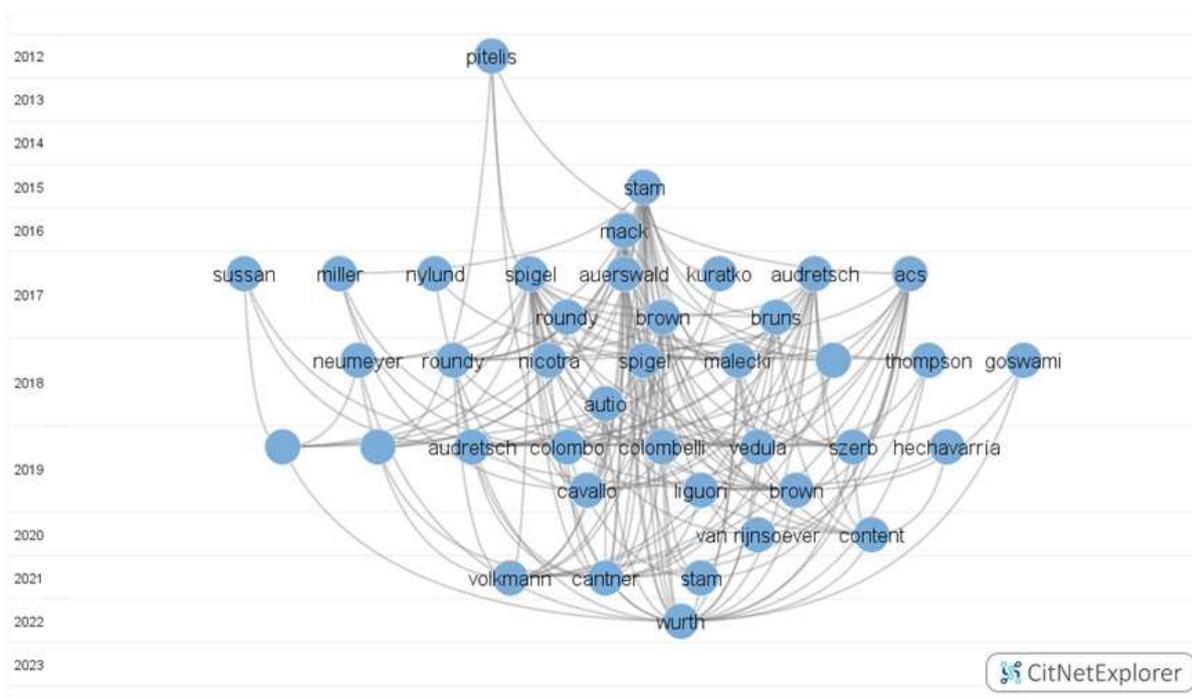
Para se entender melhor a evolução do conceito de EE e possíveis lacunas, é interessante verificar as publicações mais citadas, pois influenciaram e ainda influenciam os estudos sobre o tema EEs. Assim, foi elaborado o Quadro 1, que relaciona os dez artigos com mais citações internas após a análise por meio da técnica de *Core Publication* do software CitNetExplorer.

O artigo mais citado, com 311 citações internas, é “*The Relational Organization of Entrepreneurial Ecosystems*”, publicado por Spigel (2017), que afirma que os ecossistemas empreendedores são compostos de dez atributos culturais, sociais e materiais, que proporcionam benefícios e recursos aos empreendedores, e que as relações entre esses atributos reproduzem o ecossistema. Esse artigo indica que, a partir dos dez atributos, é possível entender melhor os EEs e explicar os seus sucessos e fracassos.

O segundo artigo, com 239 citações internas, é “*Entrepreneurial Ecosystems and Regional Policy: A Sympathetic Critique*”, publicado por Stam (2015), que faz revisão literária sobre o EE e suas deficiências, trazendo uma nova abordagem sobre EEs, na qual o empreendedor passa a ser um ator importante para criar e manter o ecossistema saudável, mas enfatiza o contexto do empreendedorismo produtivo. Esse artigo oferece uma nova perspectiva de estudos subsequentes sobre os ecossistemas empresariais e as implicações da política regional nesses ambientes.

O terceiro artigo, com 174 citações internas, é “*The lineages of the entrepreneurial ecosystem approach*”, publicado por Acs *et al.* (2017). Os autores entendem que os estudos sobre economia, geralmente, ignoram o papel do empreendedorismo nos sistemas econômicos, bem como os estudos sobre empreendedorismo também negligenciam o papel dos sistemas econômicos na explicação da prevalência e do desempenho do empreendedorismo. Assim, apresentam duas linhas de abordagem do EE: a literatura de desenvolvimento regional e a literatura de estratégia, fornecendo novos *insights* sobre a interdependência dos atores em uma comunidade específica para criar um novo valor. O texto traz contribuições para a abordagem de EE e apresenta uma nova linha de pesquisa para a compreensão do surgimento, crescimento e contexto de *startups* que alcançaram grande impacto com o desenvolvimento de novas plataformas.

Figura 1 – Visualização do Drill Down do Core Publication



Fonte: CitNetExplorer (2024)

Quadro 1 – As 10 publicações mais citadas

ORDEM	AUTOR(ES)	ARTIGO	PERIÓDICO	ESCORE DE CITAÇÕES
1	Spigel, B.	The Relational Organization of Entrepreneurial Ecosystems	Entrepreneurship Theory and practice	311
2	Stam, E.	Entrepreneurial Ecosystems and Regional Policy: A Sympathetic Critique	European Planning Studies	292
3	Acs, Z. J.; Stam, E.; Audretsch, D. B.; O'Connor, A.	The lineages of the entrepreneurial ecosystem approach	Small Business Economics	174
4	Brown, R.; Mason, C.	Looking inside the spiky bits: a critical review and conceptualisation of entrepreneurial ecosystems	Small Business Economics	172
5	Spigel, B.; Harrison, R.	Toward a process theory of entrepreneurial ecosystems	Strategic Entrepreneurship Journal	171
6	Mack, E.; Mayer H.	The evolutionary dynamics of entrepreneurial ecosystems	Urban Studies	165
7	Audretsch, D. B.; Belitski, M.	Entrepreneurial ecosystems in cities: establishing the framework conditions	The Journal of Technology Transfer	156
8	Malecki, E. J.	Entrepreneurship and entrepreneurial ecosystems	Geography Compass	130
9	Stam, E.; Van de Ven, A.	Entrepreneurial ecosystem elements	Small Business Economics	117
10	Roundy, P. T.; Bradshaw, M.; Brockman, B. K.	The emergence of entrepreneurial ecosystems: A complex adaptive systems approach	Journal of Business Research	108

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo

O quarto artigo, com 172 citações internas, é “*Looking inside the spiky bits: a critical review and conceptualisation of entrepreneurial ecosystems*”, publicado por Brown e Mason (2017), que fazem uma revisão crítica do conceito de ecossistemas, uma vez que, em suas visões, o conceito havia virado “modismo”, não oferecendo, até então, especificações e limitações conceituais que permitissem a compreensão desses organismos complexos. Assim, o artigo apresenta a dinâmica do conceito, delinea suas limitações teóricas e traz abordagens de medição e de uso na formulação de políticas. O artigo ainda conclui que os EEs são altamente diversificados, com multiatores e multiescalar, exigindo intervenções políticas sob medida.

O quinto artigo, com 171 citações internas, é “*Toward a process theory of entrepreneurial ecosystems*”, publicado por Spigel e Harrison (2018), que examinam criticamente as relações entre ecossistemas e outras literaturas existentes, como *clusters* e sistemas regionais de inovação. Os autores sugerem que uma visão baseada em

processos dos ecossistemas pode fornecer uma estrutura melhor para entender o papel no apoio à criação de novos empreendimentos. Eles explicam ainda a evolução e a transformação dos EEs e criaram uma tipologia de diferentes estruturas ecossistêmicas.

O sexto artigo, com 165 citações internas, é “*The evolutionary dynamics of entrepreneurial ecosystems*”, publicado por Mack e Mayer (2016), e apresenta uma estrutura evolutiva do desenvolvimento de EEs que integre componentes importantes de trabalhos anteriores e descreve como elementos críticos de um sistema empresarial interagem e evoluem ao longo do tempo. Essa perspectiva evolutiva desenvolvida fornece uma noção de como a história, a cultura e o cenário impactam o EE de forma que se possa entender por que um determinado EE não cresce com o tempo ou por que continua a evoluir ao longo do tempo. Para demonstrar essa dinâmica evolutiva, utilizou-se como estudo de caso o EE de Phoenix, Arizona.

O sétimo artigo, com 156 citações internas, é “*Entrepreneurial ecosystems in cities: establishing the framework conditions*”, publicado por Audretsch e Belitski (2017), e concentrou os estudos nos EEs regionais e ofereceu um modelo complexo de *startups*, índice de empreendedorismo e desenvolvimento regional (REDI) e seis domínios do EE (cultura, instituições formais, infraestrutura e amenidades, TI, aquecimento e demanda). Para explicar as diversidades do empreendedorismo, os autores capturaram as características contextuais do ambiente socioeconômico, institucional e de informações de 70 cidades europeias, utilizando análise fatorial exploratória e modelagem de equações estruturais baseadas em pesquisas de percepção individual do Eurostat e do REDI. Esse estudo é considerado base para futuras pesquisas sobre EEs urbanos.

O oitavo artigo, com 130 citações internas, é “*Entrepreneurship and entrepreneurial ecosystems*”, publicado por Malecki (2018), que faz uma revisão da literatura, dos conceitos e das operacionalizações do conceito de EEs, abordando alguns tópicos, como a escolha da escala e as universidades como *hubs* ecossistêmicos e como esses sistemas evoluem. Segundo o autor, evidências bibliométricas mostram que o uso do termo EE ultrapassou outros conceitos, como ambientes para empreendedorismo, que também destacam os mecanismos, as instituições, as redes e as culturas que apoiam os empreendedores.

O nono artigo, com 117 citações internas, é “*Entrepreneurial ecosystem elements*”, publicado por Stam e Van de Ven (2021), que, a partir de uma perspectiva sistêmica, procuraram examinar a qualidade dos EEs da Holanda, quando foi desenvolvido um instrumento de medição dos elementos que compõem essa estrutura sistêmica e de que forma é composto um índice desse ecossistema para definir sua qualidade. Os autores constataram que a prevalência de empresas de alto crescimento em uma região está fortemente relacionada à qualidade de seu EE, porque fortes inter-relações entre os elementos do ecossistema revelam sua interdependência e a necessidade de uma perspectiva sistêmica.

Por último, o décimo artigo, com 108 citações internas, é “*The emergence of entrepreneurial ecosystems: a complex adaptive systems approach*”, publicado por Roundy, Bradshaw e Brockman (2018), nesse artigo, os autores apontam que ainda não foi apresentada uma teoria que trate especificamente da complexidade e do surgimento dos EEs. Nesse contexto, o artigo apresenta uma definição de EEs entendendo que estes são complexos. Com base nessa definição, os autores propuseram três forças relacionadas que influenciam o surgimento do EE: a intencionalidade dos empreendedores, a coerência das atividades empreendedoras e as injeções de recursos.

Os resultados apresentados indicam que as pesquisas sobre EEs são relativamente novas e, por isso mesmo, os principais artigos tratam basicamente do entendimento, da revisão e da definição conceitual, do papel, da estrutura, da organização, da abordagem e das perspectivas sistêmicas dos EEs. Ou seja, antes de avançar nos estudos, é essencial ter, primeiramente, uma definição clara sobre EEs. Nesse contexto, os artigos indicam que o campo de estudo é amplo e complexo, porque depende de vários aspectos, como econômicos, educacionais, sociais e culturais, entre outros, para o entendimento de um EE de forma que um EE de sucesso existente num país desenvolvido não serve, por exemplo, como modelo único para instalar um EE igual num país subdesenvolvido ou até mesmo em outro país desenvolvido, mas culturalmente diferente.

3.2 Os Principais Temas de Pesquisa sobre Ecossistemas Empreendedores

Em atendimento ao segundo objetivo de estudo, que é identificar os principais temas estudados sobre EEs, será utilizada a funcionalidade *Clustering* do *software* CitNetExplorer. A ferramenta permite identificar os principais tópicos de pesquisa pela proximidade de temas presentes nos agrupamentos das publicações.

A aplicação da técnica de *Clustering* permitiu identificar quatro *clusters* (agrupamentos), sendo que cada um deles representa um tema de pesquisa estudado sobre EEs. O primeiro *cluster*, identificado pela cor azul, possui 377 publicações; o segundo *cluster*, identificado pela cor verde, possui 36 publicações; o terceiro *cluster*, identificado pela cor lilás, possui 16 publicações; e o quarto *cluster*, identificado pela cor laranja, possui 15 publicações. Ao todo, 38 publicações analisadas não se encaixaram em nenhum dos *clusters* criados. Optou-se, portanto, por deixá-las de fora do escopo de estudo.

O *Cluster 1*, apresentado na Figura 2, é o maior grupo, possuindo 3.930 *links* de citações internas no período de 2012 a 2022. Destaca-se, ainda, que os dez principais artigos apresentados na seção anterior fazem parte desse *cluster*. Dessa maneira, o *Cluster 1*, além de representar o tema mais estudado, possivelmente representa o tema mais importante sobre EEs.

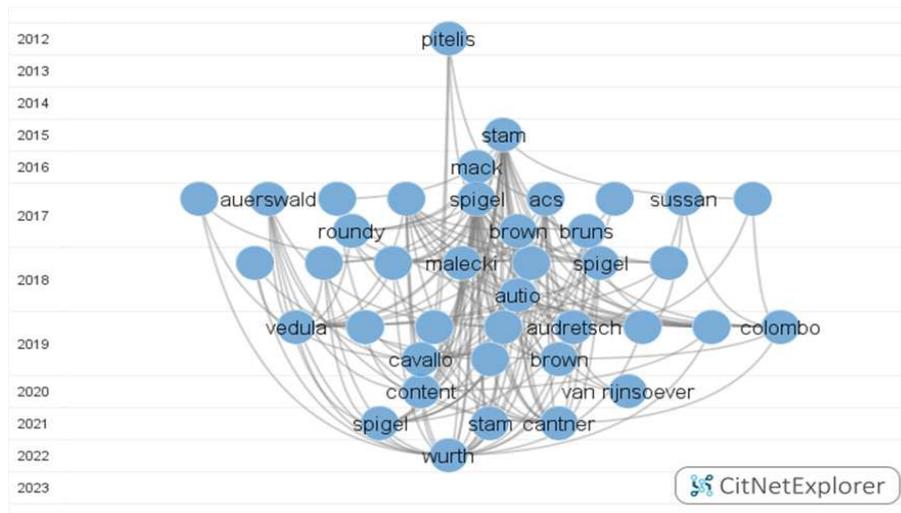
Os artigos desse grupo abordam estudos como: revisão literária crítica e conceitual sobre EEs; definição de atributos de EEs; métodos para avaliar a qualidade dos EEs; EEs regionais/urbanos; forças que influenciam o surgimento de EEs; empreendedorismo produtivo; o empreendedor como ator importante para criar e manter o ecossistema saudável; EEs considerados organismos complexos e diversificados, com multiatores e multiescalas, que exigem intervenções políticas sob medida; e a estrutura evolutiva,

baseada na história, cultura e cenário de EEs, entre outros. Desse modo, esse *cluster* foi denominado como “Definições e contextualizações sobre Ecossistemas Empreendedores”, uma vez que se observa nos artigos desse grupo a preocupação em adotar uma definição final sobre EEs. A importância dessa definição se dá pelo fato de ser, a partir de um consenso sobre o conceito de EE, possível realizar estudos, nos quais seja promovido um aprofundamento das reflexões sobre o tema.

O *Cluster 2*, apresentado na Figura 3, é o segundo maior grupo com 36 artigos e 80 *links* de citações internas, publicados no período de 2017 a 2023. Esse *cluster* agrupa artigos com temas voltados para a questão da sustentabilidade como: empreendedorismo sustentável;

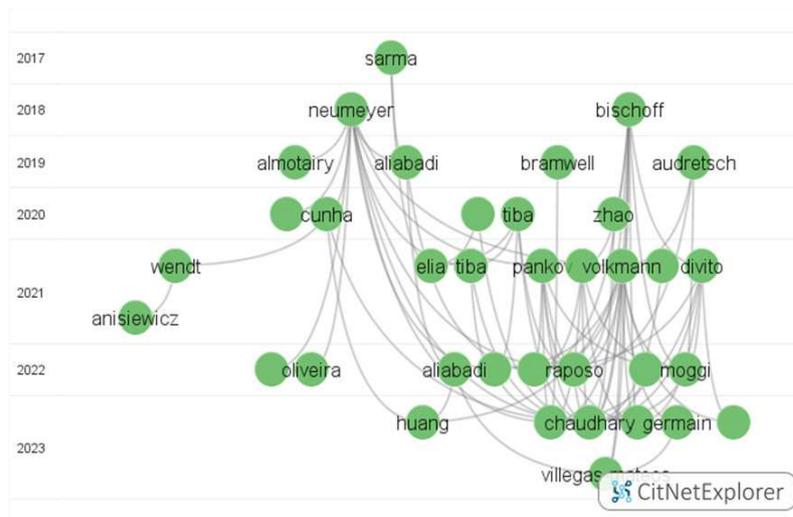
inovação em sustentabilidade coletiva; comunidades rurais empreendedoras sustentáveis; fatores contextuais sobre atividades empresariais sustentáveis na economia compartilhada; e cidades inteligentes, entre outros. Assim, esse *cluster* foi denominado como “Ecossistemas Empreendedores Sustentáveis”. Com base no período das publicações, infere-se que essa temática surgiu como campo de estudo em atendimento ao chamado da Organização das Nações Unidas (ONU), em 2015, sobre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que é “[...] um apelo global à ação para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade” (ONU, 2023).

Figura 2 – Agrupamento 1 com 377 publicações



Fonte: Rede de publicações gerada no CitNetExplorer (2024)

Figura 3 – Agrupamento 2 com 36 publicações



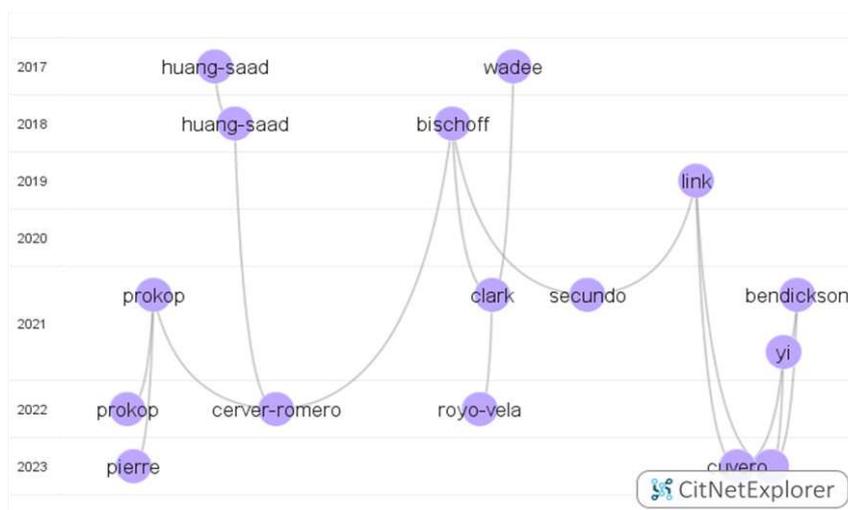
Fonte: Rede de publicações gerada no CitNetExplorer (2024)

O *Cluster 3*, apresentado na Figura 4, é o terceiro maior grupo com 16 artigos e 17 links de citações internas, publicados no período de 2017 a 2023. Esse *cluster* agrupa artigos com temas voltados para a questão do empreendedorismo nas universidades como: análise dos ecossistemas empresariais das instituições de ensino superior europeias; empresas *spin-off*; ecossistemas empresariais universitários; ecossistema empreendedor universitário, etc. Desse modo, esse *cluster* foi denominado como “O papel das universidades para os Ecossistemas Empreendedores”, porque a maioria dos artigos procura analisar o papel das universidades no contexto dos EEs.

O *Cluster 4*, apresentado na Figura 5, é o quarto e último grupo com 15 artigos e 17 links de citações internas, publicados no período de 2018 a 2023. Esse *cluster* agrupa artigos com temas voltados para os estudos variados sobre EEs implantados em vários países do mundo, seja para apresentar alguma particularidade de um EE ou para comparar EEs, como também para apresentar/analisar as consequências econômicas para EEs durante e pós-pandemia da Covid-19, etc.

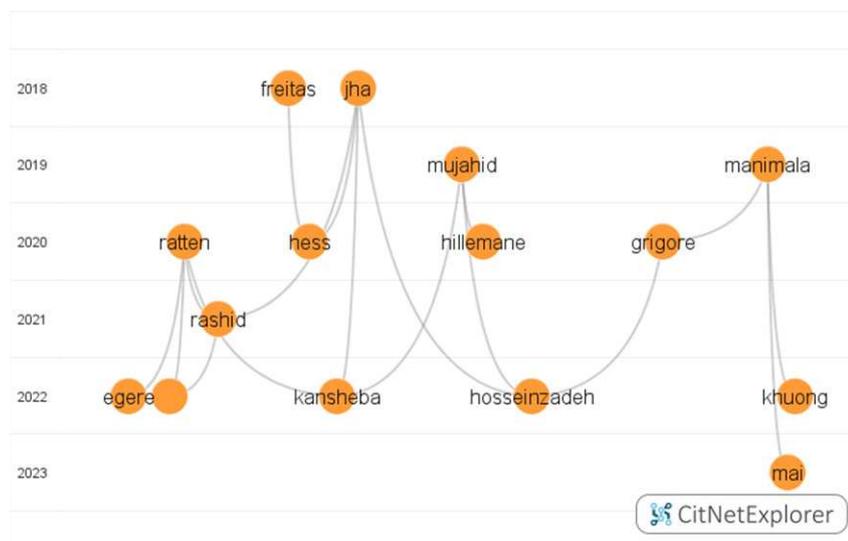
Assim, esse *cluster* foi denominado como “Estudos de caso de Ecossistemas Empreendedores”, porque a maioria dos artigos apresenta “estudos de caso” de um ou de mais EEs com objetivos variados.

Figura 4 – Agrupamento 3 com 16 publicações



Fonte: Rede de publicações gerada no CitNetExplorer (2024)

Figura 5 – Agrupamento 4 com 15 publicações



Fonte: Rede de publicações gerada no CitNetExplorer (2024)

4 Considerações Finais

O presente artigo buscou realizar um estudo sobre a evolução das pesquisas relacionadas aos Ecosistemas Empreendedores. O tema foi utilizado pela primeira vez por Daniel Isenberg, em 2010, e observou-se um crescimento exponencial do interesse sobre o tema no decorrer dos anos.

Para o levantamento dos dados da pesquisa bibliométrica, realizou-se uma busca na plataforma WoS, gerando um arquivo que foi utilizado no *software* CitNetExplorer. Por meio da ferramenta *Core Publication do software*, foram identificados os principais artigos publicados sobre o tema. Já com a utilização da ferramenta *Clustering*, foi analisada a evolução do tema dentro das pesquisas elencadas.

A pesquisa optou por uma consulta de artigos com a presença do termo “Ecosistema Empreendedor” no título. Diante da delimitação da consulta, não foi identificado o artigo de Daniel Isenberg (2010), “*How to start an entrepreneurial revolution*”, no qual o termo foi utilizado pela primeira vez. No entanto, é imprescindível enfatizar a relevância do texto de Isenberg na construção do conceito de Ecosistema Empreendedor.

Os resultados mostraram que o tema é novo, levando muitos autores a se debruçarem para estabelecer um conceito definitivo para o termo Ecosistema Empreendedor. Os artigos citam a amplitude do campo de pesquisa, que não pode se ater apenas ao empreendedorismo em si. Há a necessidade de abranger o ambiente e os atores envolvidos na criação e manutenção de EEs. Os estudos citam métricas para avaliar os EEs, com o intuito de permitir o acompanhamento de sua evolução.

O estudo identificou um aumento das pesquisas relacionadas aos EEs sustentáveis, na busca por atender à demanda pelos compromissos estabelecidos pelos ODS acordados pela ONU (2023). Acredita-se que o crescimento de estudos de EEs, voltados para a sustentabilidade, visou a preencher uma lacuna de conteúdos que pudessem contribuir para que ambientes empreendedores pudessem surgir já focados em promover ações para enfrentar os desafios ambientais e sociais previstos.

Observou-se ainda que os estudos identificados se concentraram também no empreendedorismo nas universidades. Os textos abordaram a importância das instituições de ensino no contexto das ações empreendedoras, no sentido de promover atividades que estimulem o empreendedorismo entre os estudantes. Conforme apontam os resultados, as universidades também têm papel fundamental dentro da criação ou manutenção de

EEs, uma vez que integram a rede de atores essenciais para suporte aos EEs, atuando como ambientes de capacitação de empreendedores e produção de novo conhecimento.

O ineditismo no tema e a busca por um conceito consolidado de EE fizeram com que os autores procurassem compreender o funcionamento dos EEs. Para tanto, diversos estudos promoveram estudos de caso de EEs de diferentes regiões e países com o propósito de identificar os atores, os papéis de cada integrante, a importância das políticas públicas na criação e na manutenção do EE, em que contexto o EE surgiu e o campo de atuação entre outras variáveis. Nesse cenário, percebe-se o esforço dos pesquisadores para identificar as características e as particularidades dos EEs e, assim, contribuir para os estudos sobre o tema e a construção de um conceito definitivo.

Diante do exposto, é possível concluir que o conteúdo sobre os Ecosistemas Empreendedores avançou desde a criação do tema e diversos estudos foram elaborados, visando contribuir para a consolidação do conceito. No entanto, ainda há muito que se pesquisar no sentido de estabelecer toda a abrangência relacionada aos EEs, com o objetivo de favorecer a criação e a manutenção de ambientes empreendedores.

5 Perspectivas Futuras

O desenvolvimento de mais estudos sobre EEs pode contribuir para o direcionamento de políticas públicas de inovação que criem e estimulem a existência desses ecossistemas em diferentes regiões do Brasil. Por se tratar de um tema recente, são necessários estudos para que seja possível compreender melhor o funcionamento do EE, as relações a serem estimuladas, o papel exercido pelos agentes nesse ecossistema e os desafios a serem superados. Dessa forma, as pesquisas elaboradas podem servir de base de informação para orientar novos atores a promover conexões com o intuito de apoiar o surgimento de empreendimentos inovadores, aumentando o potencial de sucesso dessas iniciativas.

A criação e o fortalecimento dos EEs podem representar ainda o desenvolvimento de produtos e de serviços inovadores no País em função da atuação de ambientes favoráveis a ideias e empreendimentos capazes de transformar a economia de cidades e regiões por meio da abertura de oportunidades de negócio para esses segmentos.

SPIGEL, B.; HARRISON, R. Toward a process theory of entrepreneurial ecosystems. **Strategic Entrepreneurship Journal**, [s.l.], v. 12, n. 1, p. 151-168, 21 mar. 2018. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sej.1268>. Acesso em: 10 dez. 2023.

STAM, E. Entrepreneurial ecosystems and regional policy: a sympathetic critique. **European Planning Studies**, [s.l.], v. 23, n. 9, p. 1.759-1.769, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/280243567_Entrepreneurial_Ecosystems_and_Regional_Policy_A_Sympathetic_Critique. Acesso em: 27 nov. 2023.

STAM, E.; SPIGEL, B. Entrepreneurial Ecosystems. **Working Papers**, [s.l.], Utrecht School of Economics, p. 16-13, 2016. Disponível em: <https://ideas.repec.org/p/use/kiwps/1613.html>. Acesso em: 27 nov. 2023.

STAM, E.; VAN DE VEN, A. Entrepreneurial ecosystem elements. **Small Business Economics**, [s.l.], v. 56, n. 2, p. 809-832, 11 fev. 2021. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11187-019-00270-6>. Acesso em: 10 dez. 2023.

TANSLEY, A. G. The use and abuse of vegetational concepts and terms. **Ecology**, [s.l.], v. 16, n. 3, p. 284-307, 1935. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/249823757_Tansley_AG_1935_The_use_and_abuse_of_vegetational_concepts_and_terms_Ecology_16_284_307/link/55a8e68708ae481aa7f6d8f9/download. Acesso em: 27 nov. 2023.

VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. CitNetExplorer: A new software tool for analyzing and visualizing citation networks. **Journal of Informetrics**, [s.l.], v. 8, n. 4, p. 802-823, 2014. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/reader/87f862e234e594dab4e61dea7701a3abdfid89a5>. Acesso em: 30 nov. 2023.

VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. Citation-based clustering of publications using CitNetExplorer and VOSviewer. **Scientometrics**, [s.l.], v. 111, n. 2, p. 1.053-1.070, 27 maio 2017. Disponível em: <https://link.springer.com.ez32.periodicos.capes.gov.br/article/10.1007/s11192-017-2300-7>. Acesso em: 12 dez. 2023.

VENKATARAMAN, S. The Distinctive Domain of Entrepreneurship Research. In: KATZ, J. A.; CORBET, A. C. (ed.). **Seminal Ideas for the Next Twenty-Five Years of Advances**. Emerald Publishing Limited: Leeds, Inglaterra, 2019. p. 119-138. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228316384_The_Distinctive_Domain_of_Entrepreneurship_Research. Acesso em: 27 nov. 2023.

Sobre os Autores

Jucelio Luiz de Paula Sales

E-mail: jucelio@ufsj.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0636-1957>

Mestre Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia.

Endereço profissional: Universidade Federal de São João del-Rei, Núcleo de Tecnologia da Informação, Praça Frei Orlando, n. 170, Centro, São João del-Rei, MG. CEP: 36307-352. Brasil

Paulo Henrique de Lima Siqueira

E-mail: paulosiqueira@ufsj.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8204-7846>

Doutor em Administração.

Endereço profissional: Universidade Federal de São João del-Rei, Departamento de Ciências Administrativas e Contábeis, Câmpus CTAN, Av. Visconde do Rio Preto, s/n, Colônia do Bengo, Prédio Direito, Sala 228, São João del-Rei, MG. CEP: 36301-360.

Suelen Moura Teixeira

E-mail: smourateixeira1@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8608-047X>

Especialista em Gestão de Negócio pela Fundação Dom Cabral.

Endereço profissional: Universidade Federal de São João del-Rei, Núcleo de Empreendedorismo e Inovação Tecnológica e Social, Praça Frei Orlando, Centro, São João del-Rei, MG. CEP: 36307-352.

Bezamat de Souza Neto

E-mail: bezamat@ufsj.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0812-6997>

Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Endereço profissional: Universidade Federal de São João del-Rei, Departamento de Ciências Administrativas e Contábeis, Avenida Visconde do Rio Preto, s/n, Colônia do Bengo, Prédio Direito, Sala 206, São João del-Rei, MG. CEP: 36301-360.

RFI-TRIZ no Escritório Patentário Brasileiro

RFI-TRIZ in the Brazilian Patent Office

Erick da Silva Delvizio¹, Douglas Alves Santos¹

¹Instituto Nacional da Propriedade Industrial, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Resumo

Este trabalho relaciona a cronologia dos serviços do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) como Autoridade de Pesquisa Internacional (ISA), considerando os prazos de entrega de seus formulários à Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI), por meio da análise de metodologias disruptivas como alternativa para o aumento da qualidade de seus serviços. Assim, apresenta-se um estudo de caso exploratório das revisões da fase pertinente ao atendimento do INPI como ISA, propondo a metodologia do Resultado Final Ideal (RFI) da Teoria da Resolução de Problemas Inventivos (TRIZ) como instrumento de ideação de ferramentas que viabilizem o atendimento ao prazo de qualidade impostas pela OMPI. Com as análises realizadas, foi possível apresentar alternativas que complementem às ações do INPI quanto à qualidade de seus serviços, podendo ainda serem úteis para outras Autoridades Internacionais de Pesquisa no mundo.

Palavras-chave: Autoridade de Pesquisa Internacional; Sistema de Gestão da Qualidade; Inovação em serviços.

Áreas Tecnológicas: Políticas Públicas de Ciência, Tecnologia e Inovação e o Estado Brasileiro. Propriedade Industrial.

Abstract

This work relates the chronology of INPI services as an International Research Authority (ISA) with the deadlines for delivering its forms to WIPO, through the analysis of disruptive methodologies as an alternative to increasing the quality of its services. Thus, an exploratory case study of the reviews of the phase relevant to INPI's service as an ISA are carried out, proposing the methodology of the Ideal Final Result (RFI) of the Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ) as an instrument for the ideation of tools that enable compliance with the quality deadline imposed by WIPO. With the analyzes carried out, it was possible to present alternatives that complement INPI's actions regarding the quality of its services and may also be useful for other International Research Authorities in the world.

Keywords: International Searching Authority; Quality Management System; Innovation in Service.



1 Introdução

De uma forma geral, o Sistema de Tratado de Cooperação em matéria de Patentes (PCT) é aquele que merece destaque entre todos os meios de se requerer a proteção de invenções no exterior por patentes, principalmente se considerar o número de vantagens que esse sistema oferece frente à Convenção da União de Paris (CUP). De acordo com a Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI), o PCT é um tratado internacional que possibilita a proteção patentária para uma invenção simultânea e opcionalmente em um grande número de países cuja proteção patentária poderá ocorrer por um único depósito ao invés de depositar vários pedidos de patente nacionais ou regionais em separado (WIPO, 2022a). Cabe ressaltar que as vantagens do Sistema PCT não se limitam apenas à facilidade de registro internacional de patentes, incluindo, também, a possibilidade de correção de erros e o aprimoramento do pedido antes que este seja publicado, aumentando, assim, as chances de proteção efetiva dos direitos de propriedade intelectual (SRPCT, 2021).

O Sistema PCT possui muitas fases operacionais, e cada uma delas é desenvolvida por uma “Autoridade Internacional” capacitada para desempenhar determinado papel dentro do Sistema PCT. De acordo com a World Intellectual Property Organization (WIPO, 2022b), a autoridade responsável pela pesquisa internacional e também pela primeira avaliação de patenteabilidade de um pedido de patente é chamada de *International Searching Authority* (ISA) e a autoridade em exame preliminar internacional, que vem a ser a segunda avaliação de patenteabilidade, é chamada de *International Preliminary Examining Authorities* (IPEA). Para aqueles requerentes de pedidos de patente que desejarem escolher como ISA-IPEA, o INPI, no ato do depósito do referido pedido, fica, assim, responsável por fazer a pesquisa do seu pedido, preparar e encaminhar o Relatório de Pesquisa e a Opinião Escrita para o Requerente. O INPI possui um setor específico em seu organograma que fica responsável por fazer a revisão dos exames das fases ISA-IPEA dentro da instituição.

De acordo com a Seção de Recepção do PCT (SRPCT, 2021), o INPI recebe pedidos PCT como escritório receptor desde 1978, entretanto, o INPI atua como ISA-IPEA oficialmente desde 2009. Isso foi possível somente quando o Sistema PCT passou a aceitar o português como língua de depósito, o que ocorreu em 2007 (SRPCT, 2021). De lá para cá, o INPI vem atendendo às expectativas dos usuários de seu Sistema ao entregar os relatórios dentro de prazos relativamente coerentes com as solicitações da WIPO, conforme será visto mais à frente.

Entretanto, as estatísticas apresentadas pela própria WIPO ao longo dos anos de atividades do INPI como escritório ISA-IPEA fundamentam questionamentos não

facilmente solucionados. Por exemplo, todo o esforço depreendido pelo INPI para atender aos prazos da WIPO está sendo eficiente? Seria a metodologia TRIZ, e seu conjunto de ferramentas, uma abordagem diferenciada que poderia diminuir o tempo de entrega dos formulários ISA-IPEA aos seus Requerentes, ensejando maior criatividade em seus trâmites processuais?

A RFI, sigla oriunda da expressão “Resultado Final Ideal”, compreende um dos conceitos intrínsecos à metodologia da Teoria da Resolução de Problemas Inventivos (TRIZ) – abreviação russa – que atualmente compõe um conjunto de ferramentas metodológicas muito úteis como recurso para a imaginação humana lidar com problemas inventivos. A TRIZ, por sua vez, é uma metodologia que visa a melhorar a capacidade dos indivíduos em iniciar arranjos criativos que podem beneficiar organizações ao potencializar suas próprias habilidades criativas (Gupta; Srivastav; Kaur, 2021). Apesar de simples em sua concepção, a RFI-TRIZ tem sido utilizada em todo o mundo há muitos anos como um método científico com foco na inovação (Altshuller, 2004, p. 70-79).

Assim, o objeto escolhido como estudo de caso apresenta uma estrutura fundamentada na metodologia TRIZ para Sistemas, o que qualifica o INPI para esse tipo de análise. A viabilidade do setor internacional do PCT no INPI justifica-se, uma vez que a organização apresenta transparência em suas informações específicas sobre as práticas de qualidade adotadas pela Instituição, além de se prontificar no suporte do referido trabalho.

Este trabalho busca evidências que atestem a possibilidade do aumento da *performance* dos serviços prestados aos usuários do sistema de Propriedade Industrial (PInd) do Brasil por meio do uso da metodologia TRIZ para a busca de uma maior qualidade dos trabalhos do PCT junto ao INPI. Cabe salientar que a escolha da RFI, apesar de sua simplicidade, é um primeiro esforço no sentido de avaliar se a TRIZ, como um todo, pode vir a contribuir com outras linhas de pesquisa na busca pela excelência desse escritório.

Outrossim, este trabalho propõe apresentar as evoluções do sistema de revisão do setor internacional do PCT no INPI, relacionando a cronologia das atividades inerentes à qualidade dos serviços do INPI com os prazos de entrega dos formulários ISA à OMPI, além de invocar a RFI-TRIZ como alternativa para o aumento do desempenho das atividades do setor internacional do PCT no INPI. Assim, são realizados estudos de caso exploratórios das revisões dos pedidos ISA, considerando as fases de implementações do INPI e o tempo de resposta que o INPI como ISA atendeu às necessidades impostas pela OMPI.

Para resumir, após uma introdução, este artigo está dividido em cinco seções. A segunda seção aborda a metodologia aplicada neste trabalho que, conforme pode ser visto em Delvizio, Santos e Wilke (2022), também

representa o complemento de pesquisas já iniciadas com a padronização pela família de normas ISO 56000. Nesse sentido, o problema aqui abordado, apesar de ser essencialmente o mesmo, se reveste de uma abordagem totalmente diferenciada em paralelo à pesquisa supracitada. A próxima seção apresenta a revisão do estado da arte em RFI-TRIZ. Em seguida, tem-se o desenvolvimento de estudos de caso e, por fim, na última seção, são desenvolvidas a análise e a discussão dos resultados encontrados.

1.1 Revisão da Literatura

De acordo com Monteiro (2016, p. 12) e o texto clássico de Altshuller (2004), em sua contracapa, se você está procurando por soluções inovadoras e eficientes para problemas complexos, a metodologia TRIZ pode ser exatamente o que você precisa. Desenvolvido na Rússia em 1946 por Genrich Altshuller, um engenheiro e inventor russo, a TRIZ se destaca como uma abordagem sistemática para a resolução de problemas. Altshuller estava interessado em descobrir um método que pudesse ajudar a resolver problemas de forma mais eficiente e criativa. Ao analisar milhares de patentes, Altshuller percebeu que muitos inventores enfrentavam problemas semelhantes e que existiam padrões recorrentes nas soluções encontradas. Foi a partir dessa observação que ele desenvolveu a metodologia TRIZ, baseada em princípios universais de solução de problemas.

A partir de então, Altshuller começou a aplicar a TRIZ em várias áreas, como engenharia, tecnologia, medicina e até mesmo arte. O sucesso e os resultados impressionantes obtidos com o uso do TRIZ rapidamente tornaram a metodologia conhecida em todo o mundo, conforme pode ser visto nos textos relevantes de Chai, Zhang e Tan (2005), Movarrei e Vessal (2006) e Domb (1999), bem como nos textos atuais, mas não menos importantes, de Lee, Chen e Trappey (2017) e Gupta, Srivastav e Kaur (2021).

De uma forma geral, a metodologia TRIZ é baseada em uma série de princípios que ajudam a orientar o processo de solução de problemas. Esses princípios foram identificados por Altshuller ao analisar as invenções mais inovadoras e eficientes. Conforme apontam Monteiro (2016, p. 197-229) e Altshuller (2007, p. 138-167), alguns dos principais princípios da TRIZ incluem:

- 1) Princípio da Ideia Contrária: buscar soluções que vão contra as soluções convencionais.
- 2) Princípio do Aumento de Ideias: gerar o maior número possível de ideias para encontrar soluções inovadoras.
- 3) Princípio da Transição para um Nível Superior: buscar soluções que resolvam o problema em um nível mais alto de abstração.
- 4) Princípio da Eliminação: identificar e eliminar elementos desnecessários para simplificar a solução.
- 5) Princípio de Combinação: combinar diferentes elementos para criar soluções inovadoras.

Na aplicação de sua teoria para sistemas técnicos, Altshuller observou que esses sistemas evoluem, inevitavelmente, para níveis mais altos de idealidade. Esse conceito de idealidade, também um dos princípios da TRIZ, para Carvalho (2017), refere-se à observação de que os sistemas técnicos evoluem, ao longo do tempo, no sentido de aumentar as funções úteis e de diminuir das funções inúteis, prejudiciais e, mesmo, as funções neutras. Ou seja:

$$\text{IDEALIDADE} \triangleq \frac{\sum \text{funções úteis } \uparrow}{\sum \text{Efeitos Prejudiciais } \downarrow} \quad (1)$$

Assim, a idealidade explicita o resultado final de um sistema no qual o conjunto das funções úteis que um sistema desenvolve é diretamente proporcional a esse conceito. Por outro lado, o somatório de todos os efeitos prejudiciais ao mesmo sistema é inversamente proporcional à idealidade dele. Em outras palavras, de acordo com a Equação 1, quanto maior a soma das funções úteis que um sistema proporciona, maior é sua idealidade, embora o total de efeitos prejudiciais diminua a idealidade como um todo. Nesse sentido, a busca por um sistema ideal significa a busca por um sistema que contenha mais funções úteis do que prejudiciais.

Entretanto, o sistema não é um fim em si mesmo, mas precisa-se dele para realizar determinadas funções. Observa-se, também, que o sistema ideal é aquele que não existe, e que deve executar todas as funções úteis, porém, nunca falha, ou seja, não existe (Carvalho, 2017).

Altshuller (1984) argumenta que, para se aumentar o grau de idealidade de um sistema, muitas ações podem ser realizadas, por exemplo: reduzir o custo das funções, simplificando ou reduzindo o número de partes; aumentar o número de funções úteis; transferir algumas funções para o supersistema ou para o ambiente; entre outras. Tais princípios são apenas alguns dos exemplos do conjunto de princípios da TRIZ. Cada um deles oferece uma diretriz para estimular a criatividade e encontrar soluções inovadoras para problemas complexos (Monteiro, 2016, p. 197-229).

A aplicação da metodologia TRIZ requer a adoção de um processo estruturado e baseado em etapas, o que permite a construção desse sistema na forma de algoritmo, sendo o algoritmo ARIZ o seu primeiro exemplo (Altshuller,

2004, p. 112; Altshuller, 2007, p. 103). As etapas podem variar um pouco, dependendo do método, porém, em suma, a aplicação da TRIZ envolve: (i) a identificação do problema; (ii) a coleta de informações; (iii) a identificação do “Resultado Final Ideal” (IFR) que se deseja alcançar; (iv) a geração de soluções; (v) a avaliação das soluções; (vi) a seleção da solução; e (vii) a implementação da solução.

Esses passos fornecem uma estrutura geral na aplicação da metodologia TRIZ. No entanto, é importante adaptar o processo às necessidades e características específicas de cada problema e contexto ARIZ, o que logo no princípio do desenvolvimento da metodologia já estava sendo observado (Altshuller, 2007, p. 129).

O RFI, descrito no passo (iii), é de fundamental importância no conceito aqui apresentado. Essa etapa tem como objetivo identificar a solução ideal para um problema, sem quaisquer restrições ou compromissos. Desde o início de seu desenvolvimento, e não diferente das atuais abordagens, o RFI representa o estado ideal que se deseja alcançar, em que todas as necessidades e desejos são atendidos de forma perfeita (Altshuller, 2004, p. 72).

Ao definir o RFI, é necessário considerar não apenas as características técnicas da solução, mas também os requisitos do usuário e as restrições do ambiente. O RFI é uma visão de longo prazo que ajuda a orientar o processo de solução de problemas e estimula a criatividade para encontrar soluções inovadoras (Gupta; Srivastav; Kaur, 2021; Altshuller, 2004, p. 73).

Conforme todas as evidências apontam, pode-se dizer que a metodologia RFI-TRIZ é uma ferramenta que concerne uma estruturação para a inovação e a solução de problemas, em contraponto ao método tentativa e erro.

Segundo Monteiro (2016, p. 184), ao adotar uma abordagem sistemática e baseada em princípios, a TRIZ ajuda a eliminar restrições e a desenvolver soluções altamente eficientes e inovadoras.

Para todos os efeitos, neste trabalho, com o intuito de aplicar o método RFI como solução do problema apresentado, foram aplicadas as seguintes etapas: 1) identificação da região de conflito; 2) realização de um *croqui* que descreva visualmente a ocorrência do problema; 3) aplicação do RFI na região de conflito (100% ideal); 4) desenho da região de conflito com o RFI implementado; e 5) imaginar uma forma de implementar o RFI no mundo real (“o bom é o inimigo do ótimo!”).

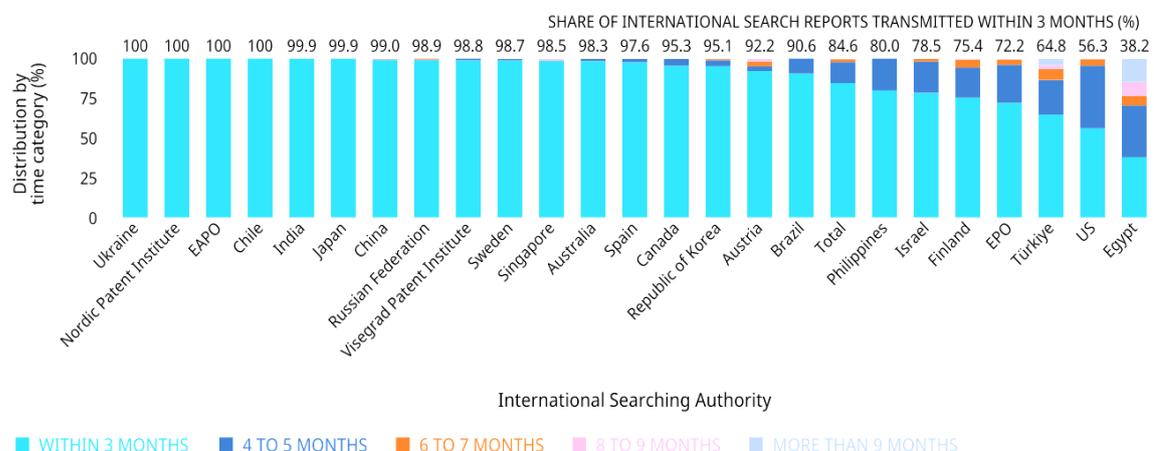
Cabe ressaltar que, conforme conceitua Monteiro (2016, p. 66), a metodologia TRIZ tem grande aplicação na solução de problemas relacionados ao desenvolvimento de novos produtos. Entretanto, este trabalho está totalmente focado na busca pelo aumento da eficiência dos serviços prestados pelo escritório do Instituto Nacional da Propriedade Industrial no Brasil.

1.2 Situação-Problema: ISA e INPI nos dias atuais

De acordo com o Capítulo 21 de *Qualidade do Guia de Pesquisa e Exame Preliminar do PCT*, os escritórios ISA-IPEA fazem relatórios anuais sobre os sistemas de gestão de qualidade que implementaram para seu trabalho como Autoridades Internacionais, os quais são publicados anualmente pelo International Bureau (IB) no *site* da OMPI (WIPO, 2022c), o que possibilita comparar os dados de atividades dos escritórios ISA-IPEA, conforme mostra o Gráfico 1.

Gráfico 1 – Prazos das 25 primeiras autoridades de busca internacional que entregaram seus relatórios para o IB em 2022

C20. Timeliness in transmitting international search reports to the International Bureau, measured from date of receipt of the search copy by International Searching Authority, 2022



Fonte: WIPO (2024, p. 76)

No Gráfico 1 apresentado explicita-se o prazo máximo de três meses para a entrega do Relatório de Pesquisa Internacional (ISR), do inglês *International Search Report*. Assim, constata-se um *ranking* dos escritórios ISA, considerando como premissa de 100% de atendimento ao requerente: a entrega do ISR dentro do prazo estipulado. Ou seja, o gráfico revela a pontualidade no estabelecimento do ISR partindo da premissa de que o prazo aplicável, segundo a Regra 42 do PCT, é de três meses a partir do recebimento da cópia de pesquisa. Pois, de acordo com Regulamento de Execução do PCT, a ISA deve elaborar o Relatório de Pesquisa Internacional (ISR) no prazo de três meses após o recebimento de uma cópia do pedido, ou nove meses a partir da data de prioridade (em alguns casos a partir da data do depósito internacional), o que expirar mais tarde (WIPO, 2024, p. 76).

Esse critério se enquadra dentro das diretrizes do Capítulo 21 de Qualidade do Guia de Pesquisa e Exame Preliminar do PCT mencionadas anteriormente, mais especificadamente, o artigo 21.17, do item 5 (*Quality Assurance*), o qual orienta que cada Autoridade tenha procedimentos relativos à emissão intempestiva para os seus relatórios de busca e exame com a mais alta qualidade possível.

Entretanto, conforme apresentado pelo referido gráfico, verifica-se que somente os escritórios da Ucrânia, do Instituto de Patentes Nórdico (EAPO), do inglês *Eurasian Patent Office*: Moldóvia, Armênia, Quirguizistão, Azerbaijão, Cazaquistão, Federação Russa, Tadjiquistão, República bielorrussa e Turquemenistão, e do Chile conseguiram entregar todos os seus relatórios de pesquisa dentro de três meses, sendo que o Brasil está na 17ª posição no mesmo *ranking*, caindo duas posições em relação a 2021, conforme pode ser observado no trabalho de Delvizio, Santos e Wilke (2022).

1.3 O Exame e a Revisão da Divisão Internacional do PCT no INPI

Um dos conceitos da TRIZ necessário para aplicação da metodologia é o estabelecimento das hierarquias dos sistemas tecnológicos em estudo. Sempre “abrindo” os sistemas em níveis hierárquicos, ou seja, fragmentando e abrindo a complexidade hierárquica, fica mais viável encontrar a solução ideal ao problema abordado. Isso porque existem certas situações em que a solução pode estar em níveis hierárquicos diferentes, conforme é apresentado em inúmeros exemplos como “múltiplos níveis” conforme o relevante texto de Altshuller (2007, p. 43-48) para este trabalho.

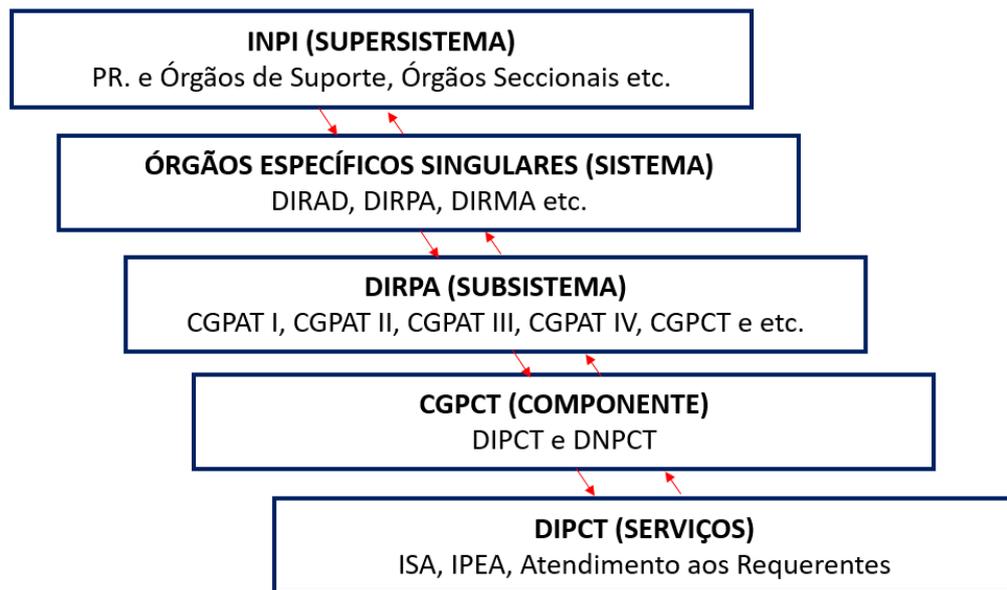
No caso do INPI, sua estrutura principal hierárquica é segmentada em diretorias, coordenações, divisões e outras repartições administrativas ou técnicas dentro de cada diretoria. A Divisão Internacional do INPI, ou simplesmente DIPCT, tem como uma das atividades a revisão dos pedidos de patentes analisados pelos examinadores técnicos alocados nas coordenações da Diretoria de Patentes (INPI, 2023a).

A estrutura hierarquia do INPI fica, então, da seguinte forma: PR (Presidência) > DIRPA (Diretoria de Patentes, Programas de Computadores e Topografias de Circuitos Integrados) > CGPCT (Coordenação-Geral do PCT) > DIPCT (Divisão Internacional do PCT) > SRPCT (Seção de Recepção do PCT), ou seja, a DIPCT possui repartições acima e abaixo de sua posição dentro do organograma do INPI.

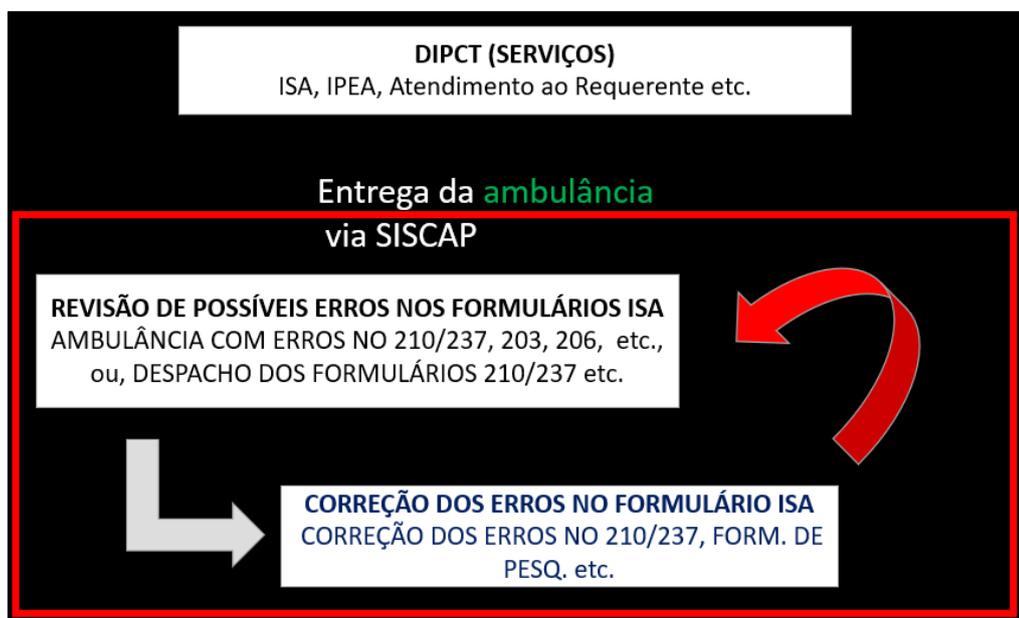
De acordo com INPI (2023a), cada repartição do INPI cumpre inúmeras atividades ou serviços. No entanto, em termos de serviços que o INPI desempenha, a Figura 1, a seguir, apresenta alguns dos serviços que são exclusivos para cada repartição, de modo sumário, apenas para ilustrar as discussões que se seguirão.

Conforme mostra a Figura 1, o INPI pode ser visto como um “supersistema”, cujos “sistemas” abaixo dele possuem maiores níveis de especialização, porém, níveis menores de complexidade. Dessa forma, fica mais fácil de enxergar que, muitas vezes, a solução de um problema pode estar em um nível diferente do sistema que apresenta o problema em si. Até porque, existem casos em que a solução para um problema revelado em um sistema qualquer pode estar antes ou depois do próprio sistema. Ou seja, a solução para um problema ISA (um dos “serviços” da DIPCT), pode vir de um “componente” da DIRPA, conforme mostra a Figura 1, por exemplo, e pode vir da própria CGPCT.

Já na Figura 2, um dos serviços da DIPCT é apresentado, neste caso: a revisão do exame realizado pelos examinadores de patentes do INPI na fase ISA. A ilustração representa a entrega dos formulários ISA para a DIPCT para as Divisões Técnicas da DIRPA. Caso o(s) formulário(s) entregue(s) esteja(am) com problemas, a DIPCT devolve o formulário com instrução(ções) de como determinada(s) correção(ões) deve(m) ser realizada(s). Trata-se de um formulário de revisão da qualidade padronizado pela DIPCT e conhecido internamente como “ambulância” que, desde sua primeira versão apresentada no relatório do INPI (2011) à WIPO vem evoluindo bastante. Uma das últimas versões está apresentada na Figura 3.

Figura 1 – Hierarquia das repartições do INPI

Fonte: Adaptada de INPI (2023b)

Figura 2 – Sistema de revisão da DIPCT

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo

Figura 3 – Formulário de revisão da DIPCT do INPI

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo

A Figura 3 apresenta a estrutura do formulário de revisão (Lista de Verificação) da DIPCT para os formulários: ISA 210 (Relatório de Pesquisa Internacional), na primeira página; ISA 237 (Opinião Escrita da Autoridade Responsável pela Pesquisa Internacional), na segunda página; bem como, na última página, a Lista de Verificação do mais novo formulário de Estratégia de Pesquisa adotado em 2022.

A questão que se deseja discutir neste trabalho é que, em alguns casos, existe a necessidade de mais de uma “ambulância” ser entregue para o mesmo examinador pelo mesmo pedido pela DIPCT, o que muitas vezes vem a justificar o atraso na entrega dos formulários ISA aos

Requerentes. Obviamente não por culpa do checklist, mas pela necessidade de tramitação da “ambulância” entre a DIPCT e as respectivas divisões técnicas, conforme será apresentado mais pra frente.

Nesse caso, se o examinador não receber nenhuma ambulância, o processo caminha normalmente, e os formulários ISA podem ser despachados para o Requerente no mesmo dia. Por outro lado, quanto maior o número de ambulâncias que cada examinador recebe para o mesmo pedido de patente PCT, menor é o tempo que o INPI tem para atender às exigências da WIPO. A Figura 4 apresenta um gráfico bastante significativo nesse sentido.

Figura 4 – Total de pedidos ISA enviados/revisados em 2023 pelo INPI



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo

Na Figura 4, por meio do gráfico de pedidos ISA enviados pelas divisões técnicas à DIPCT, há também os pedidos que são revisados. De acordo com esse gráfico, o número ainda elevado de pedidos ISA que necessitam de ambulância, mais que 60% conforme coluna vermelha do gráfico, corrobora com a necessidade do sistema de revisão do INPI existir. Pois, apesar do INPI ter mais de 14 anos de experiência como ISA-IPEA, conforme explicado no início da Seção de Metodologia, existem muitos motivos para justificar esse percentual elevado de ambulâncias enviadas ainda em 2023. Inclusive, em alguns casos, duas ambulâncias (11% – coluna em verde) e, em outros, até três ambulâncias (3% – coluna em lilás) de todos os ISAs revisados no mesmo ano.

Entre os motivos mais comuns, podem ser citados: a diferença de análise e dos formulários entre pedidos que não são PCT, o que faz com que o examinador tenha duas formas diferentes de trabalhar em análises de pedidos de patentes; o pouco quantitativo de pedidos PCT frente aos demais tipos de pedido que ainda estão em *backlog*, como somente o uso do sistema da CUP ou o depósito apenas nacional, por exemplo, o que faz com que, na prática, o examinador se familiarize muito mais com as outras formas de análise que não PCT; entre outras questões que não serão elencadas por não fazer parte do escopo deste trabalho.

Ao se considerar a explicação sobre o aumento de idealidade e as vantagens do uso do RFI-TRIZ para soluções de contradições técnicas, questiona-se se tal metodologia poderia, no problema principal revelado anteriormente: (i) romper a inércia psicológica; (ii) estabelecer um caminho para a solução, aproximando-a do ideal quanto seja possível; e (iii) ajudar a identificar a contradição física.

2 Metodologia

A presente pesquisa é um estudo qualitativo e quantitativo de caso de natureza descritiva que ilustra as capacidades operacionais que suportam a implementação e manutenção da metodologia RFI-TRIZ. O parâmetro principal para essa análise foram as fontes de dados encontradas pelos pedidos PCTs nas fases ISA desde 2009, quando o Órgão passou a atuar como escritório ISA-IPEA, e o impacto deles, de acordo com a implementação do sistema de qualidade no INPI, a partir de 2018.

O estudo de caso adotado neste trabalho, ou seja, a aplicação do conceito da RFI-TRIZ para o desenvolvimento da ideiação que possibilitou a solução apresentada, tem natureza exploratória que, de acordo com o relevante Yin (2001), é uma estratégia habitual de pesquisa que contribui para a compreensão dos fenômenos individuais, organizacionais, sociais e políticos, normalmente complexos, que permite uma investigação para se preservar as características holísticas e significativas dos eventos da vida real.

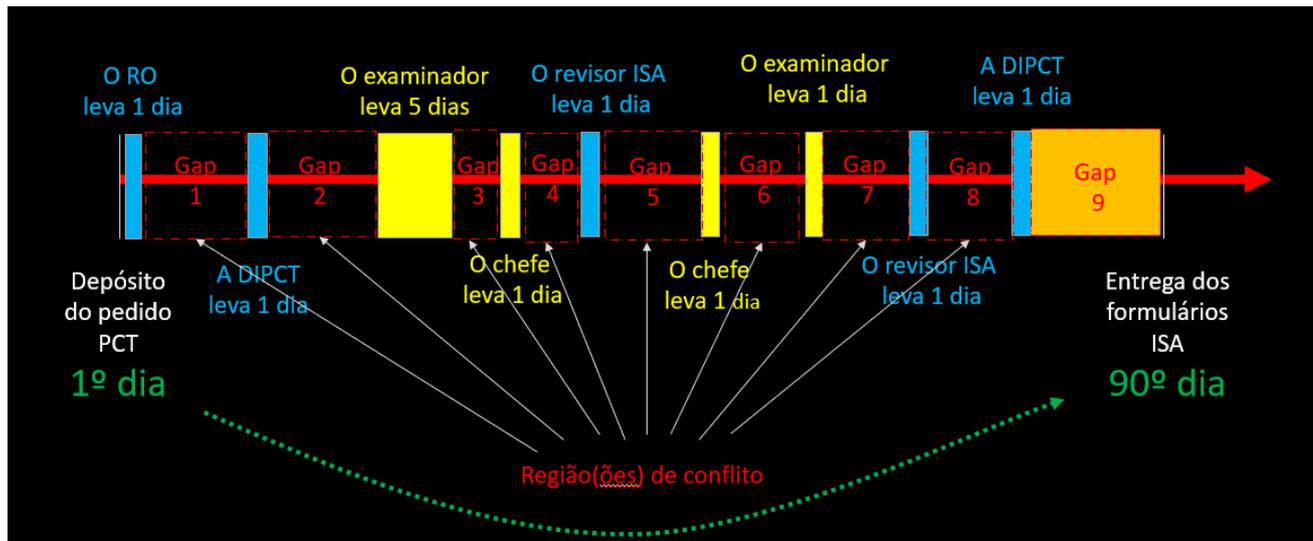
A escolha do INPI como centro deste estudo parte do princípio de que há avanços significativos na eficiência desse Instituto, principalmente no sistema PCT, que veio a ser o primeiro setor da Diretoria de Patentes do INPI escolhido para aplicação de metodologias que priorizassem o aumento da qualidade de seus serviços (Delvizio; Santos; Wilke, 2022). Para isso, foram analisados os relatórios da OMPI como fonte de evidência de pesquisa documental, além de entrevista não estruturada com os responsáveis pela implementação do Sistema de Gestão de Qualidade do INPI.

Ademais, são apresentados os dados necessários para comparação entre as atividades realizadas como ISA antes e após 2019, considerando essa a data de efetiva maturação das metodologias supracitadas. De posse desses dados, foi implementada a metodologia TRIZ-RFI de forma a potencializar a fase de ideiação para solução às contradições encontradas na área do PCT que justificam o tempo de resposta ao processo como um todo. Na prática são realizados estudos de caso exploratórios das revisões dos pedidos ISA considerando o tempo de processamento da resposta dos examinadores do INPI frente a uma possível nova ferramenta implementada nas fases de exame ISA e o tempo de resposta que o INPI, como ISA, atendeu ao prazo dado pela OMPI. Tais resultados são discutidos pelos próprios examinadores do Instituto na forma de feedback que é apresentado ao final deste trabalho.

2.1 Descrição Detalhada da Metodologia Aplicada no Estudo de Caso

Para começar, inicialmente foi identificado que no processo de revisão dos formulários PCT, existe uma contradição que é facilmente identificada, conforme já mencionado anteriormente, como o “mal necessário”. Ou seja, o processo de envio das ambulâncias cria uma contradição técnica, bem como a reanálise após retorno do pedido para nova revisão, pois, adiciona mais tempo à tramitação do processo como um todo.

Para exemplificar como esse processo funciona atualmente no INPI, apresenta-se a Figura 5 com os trâmites do INPI para revisão dos pedidos ISA já com supostas adições de tempo de pelo menos uma revisão. O leitor deve reparar nas lacunas existentes entre cada etapa do processo (aqui definidos como “*Gap*”). Cada *Gap*, ou lacunas, oferece uma resistência a mais às etapas de revisão da DIPCT de forma que, quando o pedido retorna para a revisão de origem, a chance do tempo entre cada etapa subsequente se torna ainda maior.

Figura 5 – Trâmite dos exames ISA e das respectivas revisões na DIPCT com as regiões de conflito

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo

Destarte, a Figura 5 apresenta o processo de revisão como um todo, desde a ida do pedido para o examinador da divisão técnica, o qual pode ter até cinco dias para análise do pedido ISA, como o trâmite de envio à DIPCT e retorno para sanar problemas pós análise do revisor ISA da DIPCT, até a entrega final dos formulários ISA para o Requerente que precisa ser de no máximo 90 dias corridos (3 meses), conforme recomendação da WIPO.

Ou seja, conforme apresentado na Introdução deste trabalho como situação problema (ISA-INPI nos dias atuais), segundo a Regra 42 do Regulamento de Execução do PCT, a ISA deve elaborar o relatório de pesquisa internacional (ISR) no prazo máximo de três meses após o recebimento de uma cópia do pedido, ou nove meses a partir da data de prioridade (em alguns casos a partir da data do depósito internacional), o que expirar mais tarde. Para este trabalho, então, também foi considerada a mesma premissa como referência adotada para análise da qualidade de cada autoridade ISA, independentemente de seus respectivos problemas internos.

Assim que o problema foi estabelecido, os autores deste trabalho aplicaram os passos da metodologia RFI-TRIZ para tanto identificar a contradição técnica quanto para estruturar o melhor caminho para se chegar na ideação da solução final, conforme apresentado de forma detalhada na próxima seção.

3 Resultados e Discussão

O arquivo de ambulância quando gerado é encaminhado para o examinador assim que o pedido ISA entra na Divisão Internacional do PCT e vai para o revisor ISA da própria

DIPCT. Conforme já explicitado, pode existir atraso no processo de entrega dos formulários ISA aos Requerente, o que cria os tais Gaps revelados entre cada etapa de revisão. Porém, a mesma ambulância se faz necessária por exigência da garantia de qualidade, pois, conforme apresentado pela Figura 4, caso não houvesse a revisão, mais da metade dos pedidos ISA sairiam do INPI com algum tipo de problema.

Em suma, de acordo com o método RFI, o problema da “melhora de um parâmetro em detrimento de outro” estabelece uma contradição técnica, o que caracteriza por si só esse como um problema inventivo. Ou seja, constatou-se que o arquivo de qualidade que a DIPCT gera para os examinadores de patentes, neste caso a própria “ambulância”, se trata de um mal necessário.

Considerando o tempo de evolução dos trâmites de revisão de um pedido de patente internacional PCT, constata-se que tanto não é evidente a contradição supracitada, quanto tão pouco sua solução. Até porque, a ambulância faz parte de um dos mecanismos de qualidade incluídos no PCT que vêm, aos poucos, aumentando o número de Gaps desse processo ao invés de diminuí-lo. No entanto, de acordo com o relevante texto para este trabalho de Domb e Mann (2001), o problema só é resolvido quando a contradição é identificada e eliminada.

Mas como cita o clássico Altshuller (1979), o RFI é algo que não precisa ser alcançado em sua plenitude, pois, o ideal não existe. Logo, não se desejou em nenhum momento alcançar os 100% do RFI. Porém, a simples ideia de se imaginar o ideal sendo alcançado é comprovadamente eficaz. Por exemplo, durante os trabalhos desenvolvido por estes autores, verificou-se que ao imaginar uma solução que resolvesse a contradição técnica, conforme será apresentado mais pra frente, os autores buscaram soluções que antes não

havam sido sequer consideradas. Talvez essa seja a maior vantagem de se trabalhar com a TRIZ, pois, “pensar fora da caixa” muitas vezes não é tão trivial assim.

3.1 Solução-problema para o sistema de revisão da Divisão Internacional do PCT no INPI

Com o intuito de aplicar o método RFI como caminho estruturado para se chegar na solução do problema apresentado, foram aplicadas as cinco etapas discriminadas anteriormente. Os resultados de cada etapa estão apresentados no passo a passo explicado a seguir:

Identificação da região de conflito: na primeira reunião da equipe da DIPCT, foram analisadas as possíveis regiões de conflito, quando foi identificado que os *Gaps* estão justamente dentro desse conceito, conforme discriminado na Figura 6 já apresentada.

Essa etapa é bastante importante, pois foi justamente por meio da identificação da região de conflito que se possibilitou definir melhor o problema a ser atacado. Muitas vezes, não se enxerga o ponto de vista necessário simplesmente por não se estar focando no problema em si, mas nas consequências dele.

Realização do *croqui* que descreva visualmente a ocorrência do problema: logo em seguida, um *croqui* foi feito baseado no processo supracitado, conforme pode ser visto na Figura 6.

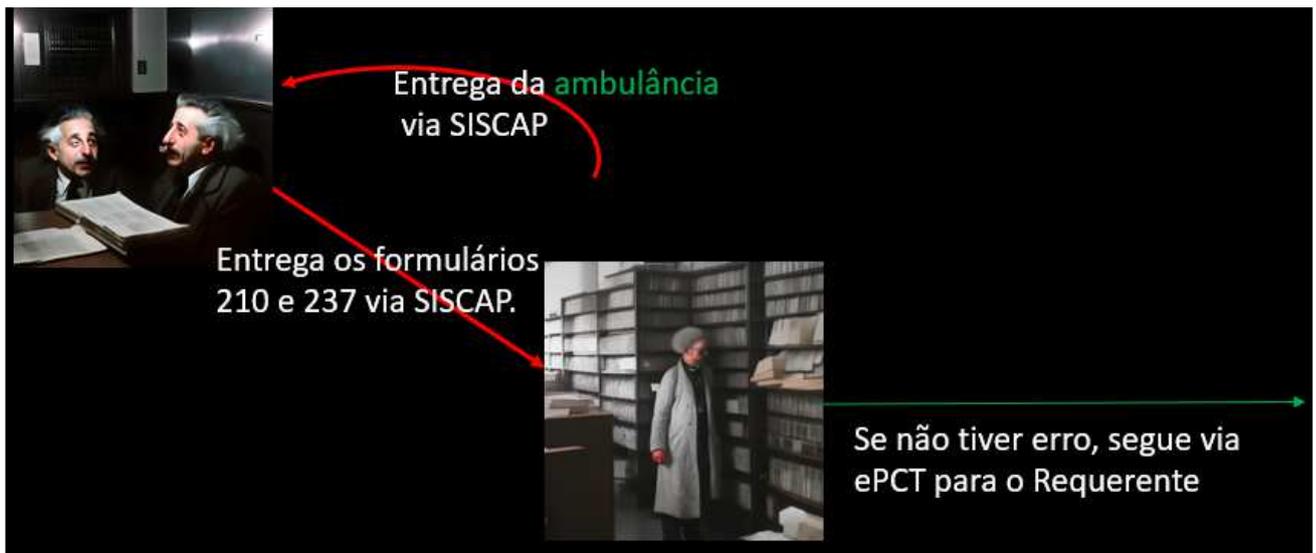
O *croqui* em si não precisa ser feito por computador, tão pouco ser rebuscado, pois ele serve apenas para ajudar a esboçar o problema de forma visual. Em outras palavras, caso uma única pessoa esteja aplicando a metodologia, ela pode perceber o problema a ser abordado sem gastar muito tempo nessa etapa. Mas, neste trabalho, o *croqui* foi realmente feito de forma bem rústica, conforme apresentado na Figura 6.

Aplicação do RFI na região de conflito (100% ideal): neste caso, uma vez identificado que os *Gaps* da Figura 6 são gerados pelo processo também discriminado na Figura 7, como aplicação do RFI para este trabalho, a equipe da DIPCT considerou que o 100% ideal seria não existir a ambulância e, nessa situação, obviamente não existiriam mais *Gaps*.

O *croqui* da Figura 6 reflete os trâmites dos exames ISA e das respectivas revisões na DIPCT, também apresentado na Figura 5, bem como algumas das etapas *a posteriori*.

Desenho da região de conflito com o RFI implementado: para desenhar a região de conflito com o RFI implementado, conforme explicado na etapa anterior, os *Gaps* não deveriam mais existir, até porque, sem ambulâncias, o número de *Gaps* seria bastante reduzido. Porém, certamente os problemas de qualidade iriam surgir com muito mais frequência, já que as ambulâncias trazem as informações necessárias para que o examinador retifique os erros de preenchimento dos formulários.

Figura 6 – *Croqui* descrevendo visualmente o processo de revisão da DIPCT



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo

Nessa etapa, um novo *croqui* poderia ser criado. Entretanto, a Figura 6 foi utilizada pela equipe da DIPCT como parâmetro visual, uma vez que o “x” em vermelho define bem a região de conflito com o RFI implementado, o que representa, aqui, o não retorno para a divisão técnica de origem. Obviamente a dúvida, nesse ponto é, como não retornar o pedido para a divisão de origem se o examinador não sabe quais erros cometeu.

Imaginação da forma de implementar o FRI no mundo real (“o bom é o inimigo do ótimo!”): nessa etapa, a equipe da DIPCT considerou alguns dos *feedbacks* utilizados pelos próprios examinadores do INPI ao longo dos tempos, dois quais, a utilização de uma “pseudoambulância” antes do pedido PCT vir para a DIPCT se encaixaria perfeitamente nos critérios estipulados.

Assim, em virtude da implementação do RFI, recorreu-se ao histórico que o setor tem a respeito das sugestões de melhorias nas revisões dos formulários ISA. Essa etapa culminou na resolução final encontrada.

Desse modo, as etapas ora apresentadas resumem o trabalho desempenhado pelos autores deste artigo durante o processo de encontrar uma saída mais simples para diminuir ao máximo o tempo gasto nas revisões dos pedidos ISA. Até então, outros projetos já haviam sido implementados, mas sem efeito esperado, como: uma maior periodicidade nos treinamentos síncronos com os examinadores; a inclusão de imagens dos problemas e soluções dentro das próprias ambulâncias, de forma a aumentar o nível de detalhamento, muitas vezes, necessário nesse tipo de análise; entre outros. Nenhum deles com uma metodologia similar à que foi implementada neste trabalho.

Mais recentemente, inclusive, a DIPCT estava com um projeto em desenvolvimento no qual um treinamento seria implementado de forma assíncrona, ou seja, um

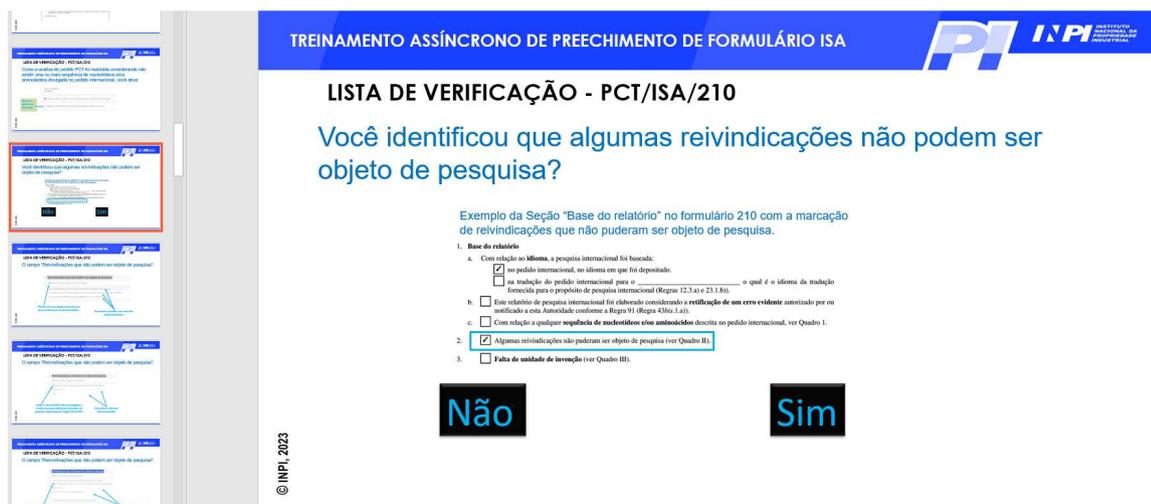
arquivo no formato de apresentação com áudio explicativo em cada *slide* seria entregue aos examinadores para que eles pudessem ter acesso ao conteúdo informativo sobre o preenchimento dos formulários ISA. Entretanto, esse conteúdo apenas difere do treinamento tradicional pelo fato de ser assíncrono, o que seria o equivalente a uma gravação dos treinamentos já realizados. Esse projeto foi abandonado uma vez que o produto resultado da implementação RFI-TRIZ teve uma receptividade melhor por parte dos gestores da CGPCT.

Por fim, uma vez considerada a possibilidade de os examinadores receberem de alguma forma a própria ambulância antes que o pedido chegasse nas mãos dos revisores da DIPCT o que, logicamente poderia ser feito de várias formas. Entretanto, por uma questão de praticidade, foi escolhido entregar um questionário em forma de apresentação (arquivo “.pps”), contendo todos os tópicos presentes na ambulância. Um detalhe que foi crucial no sucesso da solução apresenta está no formato da apresentação, conforme poderá ser percebido mais adiante.

O resultado final das ações implementadas foi, por assim dizer, o próprio arquivo ambulância na forma de apresentação, conforme apresentado na Figura 7, para que seja utilizado antes da criação dos formulários ISA e, assim, cada possível dúvida que o examinador tiver no preenchimento dos formulários ISA é apresentada no formato conversacional, do tipo pergunta x resposta (Sim/Não).

A Figura 7 apresenta apenas alguns poucos *slides* do arquivo criado como possível *checklist* ambulância-ISA-DIPCT. O formato de *slides* com perguntas e respostas do tipo Sim/Não torna o formato da apresentação mais amigável para o examinador do que uma simples lista de verificação, conforme tem-se na Figura 3.

Figura 7 – Ambulância apresentação resultado do RFI implementado



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo

Dessa maneira, se o examinador está com dúvidas sobre se as reivindicações de seu pedido podem ou não ser objetos de pesquisa, apresenta-se a ele como uma pergunta direta conforme a Figura 7 traz de informação. Ou seja, de acordo com sua resposta (sim ou não) ele é levado ao *slide* correspondente, o que faz com que o examinador não perca tempo em temas que já domina.

Para finalizar, o fruto do resultado deste trabalho, ou seja, a nova ambulância com o RFI implementado foi apresentado recentemente à chefia da DIPCT e à Coordenadora Geral da CGPCT e ao Diretor de Patentes. Todos demonstraram satisfação com os resultados encontrados tornando este mais um projeto da DIPCT a ser implementado oficialmente no âmbito do INPI, o que foi considerado como um parâmetro positivo para metodologia aplicada.

4 Considerações Finais

Este trabalho teve como finalidade explorar a sistematização do processo de revisão dos formulários ISA a partir de um instrumento baseado nos conceitos fundamentais da TRIZ. Em especial, o Resultado Final Ideal (RFI). Assim, durante o desenvolvimento deste trabalho, observou-se aspectos positivos de sua aplicação nos trâmites de revisão dos pedidos ISA, o que também serviu como parâmetro de atendimento para a qualidade dos serviços do INPI como ISA.

Uma questão determinante nesse projeto foi a revisão do exame realizado pelos examinadores de patentes do INPI na fase ISA que, em alguns casos, podem estar causando atrasos ao sistema PCT. Isso porque caso existam problemas com os formulários entregues, a DIPCT devolve os formulários com instruções de como determinadas correções devem ser realizadas, através de um *checklist* de revisão da qualidade padronizado pela DIPCT. Ocorre que, em alguns casos, esse processo entra em um *loop* de várias iterações, entre idas e vindas da divisão técnica e a DIPCT, até que os formulários ISA estejam totalmente sanados. Seja pela falta de experiência do examinador PCT, seja pelo tempo que um examinador demora a realizar um exame desse tipo, é comum as entregas apresentarem uma ou outra inconsistência, o que justifica alguns dos atrasos encontrados.

A utilização do RFI-TRIZ possibilitou um novo instrumento capaz de ajudar a encurtar o processo supracitado, diminuindo inclusive os loops de revisão. Assim, a idealização de um arquivo em formato de apresentação a ser entregue ao examinador para colaborar com o preenchimento dos formulários ISA do PCT pelo INPI, pode ser o passo que estava faltando ao Instituto para conseguir atender às exigências da WIPO. Cabe

ressaltar que os *slides* foram desenvolvidos com perguntas e respostas do tipo Sim/Não, o que acarreta em um ambiente mais amigável para o examinador tirando um pouco o desconforto de ter que ler Normas, Regras e Leis que normalmente os examinadores do PCT precisam ler para preencher corretamente os formulários do PCT.

Evidentemente, com a realização do estudo de caso foi possível observar na prática como a TRIZ é capaz de contribuir para o setor de serviços. Verificou-se que o uso direto do RFI da TRIZ clássica culminou, mesmo que em menor escala, com a emergência de algumas ideias não antes colocadas em práticas. No entanto, foi com o uso da teoria adaptada para a realidade dos serviços do INPI com o PCT que se alcançou um produto final mais apropriado. A abordagem utilizada possibilitou, dessa maneira, estabelecer os limites da pesquisa por soluções, abrindo caminho para uma abordagem diferente do método convencional de tentativa e erro no projeto. Vale destacar que essa adaptação foi feita através da interpretação dos autores.

Outra conclusão relevante está relacionada ao aspecto intuitivo na resolução de problemas inventivos. Devido à análise do estudo de caso ter sido realizada após anos de experiência com PCT, os autores já tinham uma noção do caminho que o projeto percorreu até chegar à solução final. Assim, se pelo menos uma solução proposta para eliminar contradições usando TRIZ coincide com as soluções sugeridas pelos próprios usuários do Sistema PCT, que neste caso seriam os examinadores, vislumbra-se que este é o caminho a seguir.

Em conclusão, o estudo demonstrou a viabilidade do emprego de metodologias sistemáticas para auxiliar os serviços do PCT, aumentando a eficácia na busca por soluções, simplificando as interações entre os elementos de um projeto e contribuindo para a redução do tempo de resposta do sistema PCT como um todo. Ao analisar as sugestões de melhorias e intervenções técnicas sob a ótica da TRIZ, evidencia-se que a adoção da metodologia contribui para elevar os resultados finais da inovação.

5 Perspectivas Futuras

Para futuras pesquisas, planeja-se aprimorar os conceitos de inovação de serviços com o uso dos conceitos da TRIZ, principalmente utilizando seus 40 princípios inventivos. Isso pode proporcionar a redução de tempo na análise dos pedidos PCT ou o aumento dos resultados desses conceitos. Além disso, se faz necessário testar a aplicação do produto deste artigo, neste caso a apresentação em “.ppsx”, como projeto piloto com algumas divisões técnicas do INPI, bem como realizar o mesmo para outros formulários ISA e IPEA.

Referências

- ALTSHULLER, G. S. **Creativity as an exact science: the theory of the solution of inventive problems**. New York: Gordon and Breach Science Publishers, 1984. (1. ed. 1979).
- ALTSHULLER, G. S. **And suddenly the inventor appeared: TRIZ, the theory of inventive problem solving**. 7. print. Worcester, Mass: Technical Innovation Center, 2004.
- ALTSHULLER, G. S.; SHULYAK, Lev; RODMAN, Steven. **The innovation algorithm: TRIZ, systematic innovation and technical creativity**. 2. ed. Worcester, Mass: Technical Innovation Center, 2007.
- CARVALHO, Marco Aurélio de. **Inovação em Produtos: IDEATRIZ, uma aplicação da TRIZ**. 2. ed. São Paulo: [s.n.], 2017.
- CHAI, Kah-Hin; ZHANG, Jun; TAN, Kay-Chuan. A TRIZ-Based Method for New Service Design. **Journal of Service Research**, [s.l.], v. 8, n. 1, p. 48-66, 2005.
- DELVIZIO, Erick da Silva; SANTOS, Douglas Alves; WILKE, Humberto. ISO56005 in the Brazilian patent office: modeling. **Revista Brasileira de Ciência, Tecnologia e Inovação**, [s.l.], v. 7, n. 2, p. 54-69, 2022. Disponível em: <https://seer.uftm.edu.br/revistaeletronica/index.php/rbcti/article/view/6635>. Acesso em: 19 fev. 2024.
- DOMB, E. TRIZ: the science of systematic innovation. *In: PICMET '99: PORTLAND INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANAGEMENT OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY. Proceedings*, v. 1, p. 98, 1999. Book of Summaries (IEEE Cat. N. 99CH36310), Portland, OR, USA: Portland Int. Conf. Manage. Eng. & Technol. PICMET, 1999.
- DOMB, E.; MANN, D. TRIZ in the knowledge era: achieving profitable e-commerce. *In: PICMET '01. PORTLAND INTERNATIONAL CONFERENCE ON MANAGEMENT OF ENGINEERING AND TECHNOLOGY. Proceedings*, v. 1, p. 15-21, Book of Summaries (IEEE Cat. N. 01CH37199). Portland, OR, USA: PICMET – Portland State Univ, 2001. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/951999/>. Acesso em: 24 fev. 2024.
- GUPTA, Anubhuti; SRIVASTAV, Shalini; KAUR, Amanjot. Innovation in Product and Service by Applying TRIZ. *In: 2021 INTERNATIONAL CONFERENCE ON TECHNOLOGICAL ADVANCEMENTS AND INNOVATIONS (ICTAI)*, Tashkent, Uzbekistan: IEEE, 2021, p. 49-56. **Anais [...]**. Tashkent, Uzbekistan, 2021. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9673284/>. Acesso em: 15 nov. 2023.
- INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Organograma do INPI atualizado**. 2023a. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/acao-a-informacao/institucional/organograma>. Acesso em: 24 fev. 2024.
- INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **PCT International Authority Quality Reports – Brazil 2022**. [S.l.]: INPI, 2023b. Disponível em: <https://www.wipo.int/pct/en/quality/authorities.html>. Acesso em: 9 mar. 2024.
- INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **PCT International Authority Quality Reports – Brazil**. [S.l.]: INPI, 2011. Disponível em: <https://www.wipo.int/pct/en/quality/authorities.html>. Acesso em: 9 mar. 2024.
- LEE, Ching-Hung; CHEN, Chun-Hsien; TRAPPEY, Amy J. C. Applying theory of inventive problem solving to develop product-service system. *In: 2017 IEEE 21st INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER SUPPORTED COOPERATIVE WORK IN DESIGN (CSCWD)*, Wellington, New Zealand: IEEE, 2017, p. 198-202. **Anais [...]**. Wellington, New Zealand, 2017.
- MONTEIRO, Jose Jorge. **Inovação Sistemática baseada na TRIZ: guia prático para iniciantes**. 1. ed. [S.l.: s.n.], 2016. Disponível em: <https://ler.amazon.com.br/kindle-library>. Acesso em: 24 ago. 2024.
- MOVARREI, R.; VESSAL, S. R. **Application of Theory of Inventive Problem Solving in Customer Relationship Management**. Singapore: IEEE, 2006. p. 263-267.
- SRPCT – SEÇÃO DE RECEPÇÃO DO PCT. **Guia do Depositante “RO/BR”**. Publicado em 25/05/2021 e atualizado em 31/05/2021. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/patentes/Como-protoger-patente-no-exterior/pct/guia-do-depositante-ro-br>. Acesso em: 15 nov. 2024.
- WIPO – WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. **Patent Cooperation Treaty: PCT FAQs**. 2022a. Disponível em: <https://www.wipo.int/pct/en/faqs/faqs.html>. Acesso em: 22 out. 2024.
- WIPO – WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. **Patent Cooperation Treaty**. 2022b. Disponível em: https://www.wipo.int/pct/en/faqs/faqs.html#_18. Acesso em: 22 out. 2024.
- WIPO – WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. **Patent Cooperation Treaty**. 2022c. Disponível em: <https://www.wipo.int/pct/en/faqs/faqs.html>. Acesso em: 22 out. 2024.
- WIPO – WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. **Patent Cooperation Treaty**. 2024. Disponível em: <https://www.wipo.int/pct/en/activity/index.html>. Acesso em: 24 fev. 2024.

YIN, Robert K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

Sobre os Autores

Erick da Silva Delvizio

E-mail: delvizio@ieee.org

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5670-9145>

M.Sc. em Engenharia Elétrica.

Endereço profissional: INPI sede, Rua Mayrink Veiga, n. 9, Centro, Rio de Janeiro, RJ. CEP: 20090-910.

Douglas Alves Santos

E-mail: dougsaints@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2829-8112>

D.Sc. em Tecnologias de Processos Químicos e Bioquímicos.

Endereço profissional: INPI regional de Curitiba, Rua Marechal Deodoro, n. 344, 8º andar, Edifício Atalaia, Centro, Curitiba, PR. CEP: 80010-010.

Avaliação da Eficácia do Programa Sinapse da Inovação no Fomento ao Empreendedorismo Capixaba: uma análise de sobrevivência empresarial e de propriedade intelectual

Valuation of the Effectiveness of the Sinapse da Innovation Program in Fostering Entrepreneurship in Capixaba: an analysis of business survival and intellectual property

Elizangela Campos da Rosa Broetto¹, José Josafá Rebouças de Lima¹, Uonis Raasch Pagel¹, Eduardo Winter¹

¹Instituto Nacional da Propriedade Industrial, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Resumo

Este estudo objetiva avaliar a eficácia do Programa Sinapse da Inovação – Conexão Espírito Santo (PSI-ES), como instrumento de política governamental que incentiva o empreendedorismo inovador. Para tanto, são analisadas as taxas de sobrevivência das empresas capixabas participantes do programa e a relação entre a propriedade intelectual e a sobrevivência empresarial das empresas beneficiadas pelo PSI-ES no período de 2018 a 2023. Como metodologia, a pesquisa faz uso de fontes de informação secundárias a partir de pesquisa bibliográfica. Os resultados mostram que apenas 46% das empresas apoiadas permanecem sobreviventes (ativas) cinco anos após a implementação do programa. A alta taxa de inatividade destaca a importância de medidas adicionais para garantir a continuidade e o sucesso dos empreendimentos inovadores. Nota-se uma relação profunda entre a propriedade intelectual e a sobrevivência empresarial, a qual sugere que a capacidade de uma empresa de proteger e capitalizar suas inovações é fator determinante para seu sucesso sustentável.

Palavras-chave: Inovação; Espírito Santo; Empreendedorismo; Propriedade Intelectual.

Áreas Tecnológicas: Inovação. Empreendedorismo. Propriedade Intelectual.

Abstract

This study aims to evaluate the effectiveness of the Sinapse da Inovação Program – Conexão Espírito Santo (PSI-ES), as a government policy instrument that encourages innovative entrepreneurship. To this end, the survival rates of Espírito Santo companies participating in the program and the relationship between intellectual property and business survival of companies benefiting from PSI-ES in the period from 2018 to 2023 are analyzed. As a methodology, it uses secondary sources of information, based on bibliographical research. The results show that only 46% of supported companies remain survivors (active) five years after implementing the program. The high rate of inactivity highlights the importance of additional measures to ensure the continuity and success of innovative ventures. There is a profound relationship between intellectual property and business survival, which suggests that a company's ability to protect and capitalize on its innovations is a determining factor in its sustainable success.

Keywords: Innovation; Espírito Santo; Entrepreneurship; Intellectual property.



1 Introdução

Em um mundo altamente competitivo, a concorrência é extensa e merece atenção constante para garantir a continuidade de uma empresa no mercado. Para permanecer relevante, é crucial adotar inovações que permitam a criação de produtos e de serviços alinhados às expectativas dos clientes. Essas inovações devem proporcionar à empresa uma vantagem competitiva (Marques, 2010).

Pereira *et al.* (2009), ao evidenciarem a essencialidade da inovação para a sobrevivência e êxito das micro e pequenas empresas no Brasil, destacam que a inovação transcende a mera criação de produtos ou serviços, englobando a implementação de modelos de negócios inovadores e o aproveitamento eficaz de recursos tecnológicos. Tal abordagem não somente fortalece a competitividade e a sustentabilidade dessas empresas, como também facilita seu crescimento, atração de investimentos, retenção de talentos e diferenciação no mercado. Assim, a capacidade de inovar em processos de gestão e na adoção de novas tecnologias emerge como um fator crucial.

Pequenos negócios devem adotar a inovação como estratégia para alcançar pioneirismo, manter uma visão de longo prazo, definir prioridades claras e direcionar o trabalho e o plano de ação. A inovação é um imperativo para alcançar pioneirismo, uma visão de longo prazo e de definição de prioridades claras (Cohen; Levinthal, 1990; Sebrae, 2023).

Essa orientação estratégica para a inovação se entrelaça de maneira fundamental com as políticas de fomento público, especialmente por meio de programas de subvenção econômica. A subvenção econômica é um instrumento de política de governo utilizado para promover a inovação nas empresas e aumentar a competitividade da economia (Sebrae, 2023). Os programas de subvenção econômica são essenciais no apoio a empresas nascentes (como *startups*), fornecendo os recursos necessários para que pequenos negócios não apenas sobrevivam, mas também prosperem em um mercado competitivo.

Dessa forma, a sinergia entre a adoção de estratégias inovadoras por parte dos pequenos negócios e o suporte fornecido por políticas de subvenção econômica enfatiza a importância de um ecossistema de inovação robusto, em que o apoio governamental atua como catalisador para o desenvolvimento empresarial sustentável. Convém citar que a concessão da subvenção econômica para a inovação em empresas é um instrumento de política governamental amplamente empregado em países desenvolvidos e operado de acordo com as normas da Organização Mundial do Comércio (OMC) (MCTI, 2024).

A literatura acadêmica está repleta de estudos que exploram as práticas de financiamento público por meio

de programas de subvenção econômica destinados ao desenvolvimento de novas soluções para as demandas da sociedade moderna e, conseqüentemente, de novos modelos de negócios e geração de novas empresas, com o intuito de promover a inovação. Entre eles, citam-se os de Cohen e Levinthal (1990), Lerner (1999), David, Hall e Toole (2000) e Link e Scott (2010).

Esses estudos abrangem uma ampla gama de perspectivas, analisando os impactos dessas práticas sobre a competitividade, a capacidade de inovação e o crescimento econômico das empresas beneficiadas. Pesquisadores têm investigado como diferentes formas de apoio financeiro, desde subvenções não reembolsáveis até incentivos fiscais, contribuem para o desenvolvimento de novos produtos, serviços e processos tecnológicos. O consenso emergente aponta para a importância crítica desses mecanismos de financiamento na redução das barreiras ao investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), estimulando, assim, a pesquisa, a inovação e a colaboração entre o setor público e privado, fundamental para o avanço tecnológico e a competitividade global.

Fassarella (2023) expõe que, na primeira década dos anos 2000, a subvenção econômica à inovação foi um instrumento importante da política de inovação no Brasil. Esse instrumento consistia no financiamento de atividades de inovação nas empresas com recursos não reembolsáveis. A subvenção econômica à inovação permitiu o aporte de recursos públicos diretamente nas empresas para o desenvolvimento de atividades inovadoras, contribuindo para o avanço do cenário de inovação no país.

Ainda segundo Fassarella (2023), a avaliação dos projetos apoiados pelos programas de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) é de extrema importância para as instituições de fomento por diversos motivos. Primeiramente, essa avaliação permite verificar a eficiência na alocação dos recursos públicos, garantindo que estejam sendo utilizados de forma adequada e gerando os resultados esperados em termos de inovação e desenvolvimento. Além disso, a avaliação contribui para a transparência na gestão dos recursos, possibilitando uma prestação de contas clara para a sociedade e os órgãos de controle. Outro aspecto relevante é a oportunidade de aprimorar os programas de fomento, por meio da identificação de boas práticas e lições aprendidas, estimulando a inovação e o desenvolvimento de projetos mais impactantes e alinhados com os objetivos estratégicos de fomento à pesquisa e inovação.

O financiamento da pesquisa no Brasil é regulado por leis específicas e se dá por meio de diferentes sistemas, programas e instituições de fomento ligadas direta ou indiretamente aos ministérios, como as fundações estaduais de amparo à pesquisa (Matos, 2018). Nesse contexto, insere-se o Programa Sinapse da Inovação (PSI), o qual é dado

foco neste trabalho. O PSI foi idealizado para fomentar o empreendedorismo inovador. Segundo o Dicionário *on-line* Houaiss (2024), sinapse, no contexto biológico, refere-se ao ponto de contato entre duas células nervosas, onde ocorre a transmissão de estímulos. Essa analogia inspirou o PSI, que, assim como no processo biológico, busca estimular a conexão entre ideias inovadoras e sua concretização em empreendimentos de sucesso.

O PSI referiu-se a um programa de pré-incubação de *startups* que visava disseminar a cultura do empreendedorismo inovador em nível estadual em diversas regiões do Brasil e estimular a criação de empreendimentos inovadores a partir da geração de novas ideias (Certi, 2024). A metodologia “Sinapse da Inovação” foi desenvolvida em 2008 pela Fundação Centros de Referência em Tecnologias Inovadoras (Certi), que, junto com a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Santa Catarina (Fapesc), realizou a primeira operação do PSI no estado de Santa Catarina. A metodologia, que também serviu como base para a criação do Programa Centelha, é reconhecida e premiada nacionalmente (Almeida; Grassi, 2022).

Ante o exposto, convém avaliar a eficácia do PSI-ES, mediante os seus resultados. De acordo com Drucker (1967), a eficácia não se trata apenas de completar tarefas com competência, mas de identificar e executar as tarefas que precisam ser feitas para alcançar os objetivos organizacionais. Esse enfoque na seleção e na realização das atividades corretas é o que, segundo ele, define os executivos eficazes, destacando a importância da direção estratégica e da tomada de decisão consciente na gestão.

A edição do programa desembarcou no estado do Espírito Santo em 2017, promovida pelo Governo do Estado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (Fapes). Lançado em maio daquele ano, o Edital n. 01/2017 inaugurou o Programa Sinapse de Inovação – Conexão Espírito Santo (PSI-ES), com o objetivo de selecionar e de fomentar ideias inovadoras, impulsionando o empreendedorismo por meio de capacitações focadas no desenvolvimento de produtos e de processos inovadores. Essa iniciativa visava transformar conceitos criativos em empreendimentos prósperos, integrando novas tecnologias aos setores estratégicos da economia do Espírito Santo (Fapes, 2017).

Ao avaliar a eficácia do PSI-ES, enfocando a sobrevivência e a inovação das empresas no Espírito Santo, ecoa-se o princípio de Drucker (1967), que enfatiza que a verdadeira eficácia vai além da mera eficiência operacional, envolvendo a escolha acertada de objetivos que conduzam ao sucesso duradouro. Assim, ao avaliar o PSI-ES, sob essa ótica, busca-se entender como ele contribuiu para que as empresas capixabas fizessem as escolhas estratégicas corretas que promovessem tanto a inovação quanto a

viabilidade comercial sustentável, além da sua capacidade de gerar ativos de propriedade intelectual.

Para Haase (2023), em linhas gerais, a sobrevivência das empresas no Brasil é impactada por fatores econômicos, regulatórios e sociais. Ainda segundo o autor, uma gestão financeira eficiente, a competitividade de mercado, a inovação, a gestão eficaz de recursos humanos, a adoção de tecnologias avançadas, o planejamento estratégico e a capacidade de adaptação às mudanças são cruciais para assegurar a longevidade e o sucesso empresarial no Brasil.

A sobrevivência das empresas no Brasil revela um cenário desafiador, marcado por uma significativa taxa de mortalidade empresarial. Um estudo realizado pelo Sebrae (2023), que utilizou de pesquisas de campo realizadas entre 2018 e 2021 e de dados da Receita Federal do Brasil (RFB), revela que os microempreendedores individuais apresentam a maior taxa de mortalidade entre os pequenos negócios, com 29% encerrando suas atividades após cinco anos. As microempresas e as empresas de pequeno porte seguem com taxas de mortalidade de 21,6% e 17%, respectivamente, após o mesmo período. A maior vulnerabilidade foi notada no setor do comércio, em que 30,2% das empresas fecham em cinco anos, contrastando com a indústria extrativa, que apresenta a menor taxa de 14,3%. Diversos fatores contribuem para essa realidade, incluindo a falta de experiência prévia no ramo, o menor acesso ao crédito e a menor iniciativa em aperfeiçoar o negócio. Além disso, vale destacar que a pandemia foi considerada um fator determinante para o fechamento de cerca de metade das empresas que cessaram suas atividades em 2020, ressaltando o impacto significativo de crises externas na sustentabilidade empresarial.

Outro estudo sobre a sobrevivência de empresas inovadoras e não inovadoras no Brasil, conduzido por Botelho, Sousa e Avellar (2022), revela que tanto o porte quanto o setor de atividade exercem influências significativas nas taxas de sobrevivência empresarial. O levantamento constatou que empresas de maior porte e aquelas engajadas em atividades de média-alta intensidade tecnológica exibem maiores taxas de sobrevivência. Notavelmente, empresas inovadoras apresentam taxas de sobrevivência superiores em comparação às não inovadoras, independentemente de seu porte ou setor. Isso sublinha a inovação como um fator crítico para a competitividade e a sustentabilidade das empresas no mercado. Os achados deste estudo enfatizam a importância da inovação e a necessidade de investimentos nessa área como estratégias vitais para o sucesso e a longevidade empresarial no cenário brasileiro (Botelho; Sousa; Avellar, 2022).

A avaliação da taxa de sobrevivência das empresas após cinco anos de participação no PSI-ES demanda uma análise cuidadosa da regularidade das empresas perante o Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica (CNPJ). Esse exame torna-se

necessário, pois a situação cadastral de uma empresa reflete diretamente sua saúde fiscal e legal, aspectos cruciais para a continuidade de suas operações.

A Instrução Normativa RFB n. 2.119/2022 estabelece as regras relativas ao CNPJ (RFB, 2022). O Capítulo VII, artigo 9º da instrução define que a inscrição de uma entidade ou estabelecimento filial no CNPJ pode ser classificada em uma das seguintes categorias:

- I – Ativa: indica que a entidade está regular e apta a realizar suas atividades;
- II – Suspensa: mostra que temporariamente a entidade não está exercendo suas atividades sob essa inscrição;
- III – Inapta: revela que a entidade tem irregularidades que impedem a continuidade de suas operações sob essa inscrição;
- IV – Baixada: indica que a entidade encerrou suas atividades de forma definitiva;
- V – Nula: demonstra que houve alguma irregularidade no processo de inscrição, tornando-a sem efeito (RFB, 2022).

Na literatura científica, empresas que continuam operacionais após um determinado período são frequentemente referidas como “sobreviventes” (Sebrae, 2023). Esse termo é usado para destacar aquelas que conseguiram superar os desafios iniciais, que, muitas vezes, incluem questões de viabilidade financeira, captação de clientes, gestão operacional, entre outros. A sobrevivência de uma empresa é um indicador-chave de seu sucesso e resiliência no mercado. Desse modo, para efeito de compreensão, elucida-se que, neste trabalho, as empresas sobreviventes são aquelas consideradas ativas pela RFB.

No que tange à propriedade intelectual, o Edital n. 01/2017 do PSI-ES estabelece que a instituição executora do projeto e demais parceiros deveriam definir a titularidade ou a cotitularidade sobre criações intelectuais decorrentes de resultados do projeto financiado pela Fapes, observando a legislação competente. Além disso, o edital previa que os resultados econômicos auferidos na exploração comercial das criações protegidas seriam partilhados com a Fapes, estabelecendo um percentual por meio de contrato com as instituições executoras dos projetos (Fapes, 2017).

Ante o exposto, este estudo objetiva avaliar a eficácia do PSI-ES, como instrumento de política governamental que incentiva o empreendedorismo inovador no estado do Espírito Santo. Para tanto, são analisadas as taxas de sobrevivência das empresas capixabas que participaram do programa e a relação entre a propriedade intelectual e a sobrevivência empresarial das empresas beneficiadas pelo PSI-ES no período de 2018 a 2023.

2 Metodologia

A metodologia utilizada, de natureza aplicada, seguiu uma abordagem qualitativa com finalidade descritiva (Lakatos; Marconi, 2001), direcionada para a avaliação da eficácia do PSI-ES no fomento à sustentabilidade e ao desenvolvimento de inovações e geração de propriedade intelectual pelas empresas beneficiadas.

A pesquisa foi realizada no período de dezembro de 2023 a março de 2024 e fez uso de fontes de informação secundárias a partir de pesquisa bibliográfica. A revisão bibliográfica teve como finalidade fundamental e caracterizar o estudo. O levantamento da literatura se concentrou em artigos científicos, livros, dissertações, teses, publicações periódicas e em *sites* institucionais de órgãos públicos ligados ao tema em questão, revisando a literatura nacional e internacional. A técnica de análise e de seleção dos dados foi realizada por meio de leitura exploratória (Gil, 2002).

Para o estudo, fez-se um recorte temporal de 2018 a 2023. Considerou-se como período de análise o início da vigência do programa, em 16 de abril de 2018, até o final do ano de 2023. Foi averiguado, portanto, como as empresas se encontravam cinco anos após a implementação do programa.

Inicialmente, verificou-se a partir da base de dados da Fapes que, embora o Edital n. 01/2017 pudesse contemplar apoio a até 50 empresas, apenas 46 efetivamente participaram do programa, sendo contempladas com o apoio de subvenção econômica. Cabe ressaltar que a maioria dessas empresas não possuía constituição formal até o momento da seleção, sendo necessário que se constituíssem dentro do prazo estabelecido pelo edital, de 11 de janeiro de 2018 a 29 de março de 2018, e assinassem o contrato com a Fapes até 30 de março de 2018. A vigência dos projetos teve início em 16 de abril de 2018, com duração de 12 meses.

Posteriormente, realizou-se a coleta de informações para verificar a atual situação cadastral de cada empresa apoiada, por meio da consulta direta ao *site* da RFB. Esse procedimento possibilitou a classificação das empresas em categorias, como: ativas, suspensas, inaptas, baixadas e nulas, oferecendo um panorama detalhado sobre o estado operacional de cada uma delas após receberem o apoio.

Paralelamente, o estudo também abordou a produção de propriedade intelectual pelas empresas, realizando buscas nos registros do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). Essa ação teve como intuito avaliar o comprometimento das empresas apoiadas com a criação e o registro de ativos intelectuais, tratando-se de um importante indicador de inovação e crescimento sustentável.

As bases de coleta de dados utilizadas nesta pesquisa (Quadro 1) são de caráter público, assegurando a confiabilidade, a transparência e a qualidade das informações obtidas. O critério de seleção das empresas pautou-se na sua participação efetiva no PSI-ES, excluindo-se aquelas que, porventura, não receberam o apoio, apesar de contempladas no edital.

Os dados obtidos foram processados e tratados mediante leitura analítica e interpretativa (Gil, 2002) a fim de que se pudesse refinar as informações coletadas pertinentes ao alcance do objetivo da pesquisa. Na etapa de processamento, foi realizado um estudo sistemático

dos dados analisados, com o objetivo de ordená-los e de classificá-los em uma sequência lógica. Na etapa de tratamento, os dados já processados foram trabalhados, permitindo que suas informações fossem interpretadas à luz do estudo.

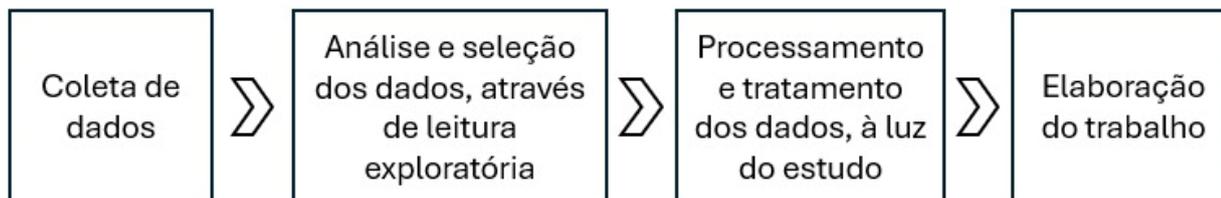
Em linhas gerais, a metodologia empregada compreendeu distintas etapas (Figura 1) e proporcionou uma avaliação objetiva da contribuição do programa na promoção da continuidade operacional das empresas e no estímulo à geração de propriedade intelectual, elementos essenciais para o avanço do ecossistema de inovação capixaba.

Quadro 1 – Bases de coleta de dados utilizadas

VARIÁVEL	FONTE	PERÍODO DE BUSCA
Empresas apoiadas pelo PSI-ES	Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (Fapes)	Dezembro de 2023
Situação Cadastral das empresas apoiadas (CNPJ)	Receita Federal do Brasil (RFB)	De 5 a 9 de fevereiro de 2024
Registro de Propriedade Intelectual: marca, patente e programa de computador	Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI)	Fevereiro de 2024

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2024)

Figura 1 – Fluxograma das etapas da pesquisa



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

3 Resultados e Discussão

Ao considerar a eficácia como a qualidade que avalia o grau de alcance de um objetivo, independentemente do método utilizado, ou como a medida da relação entre os efeitos de uma ação e os objetivos pretendidos, a eficácia do PSI pode ser analisada pela sua capacidade de identificar e de priorizar iniciativas que não apenas promovam a inovação, mas também garantam a sustentabilidade e o crescimento a longo prazo das empresas envolvidas. Em outras palavras, essa eficácia reflete-se na taxa de sobrevivência das empresas apoiadas.

O PSI tornou-se um programa abrangente de incentivo ao empreendedorismo inovador que oferecia recursos financeiros (R\$50.000,00 por ideia selecionada), capacitações e orientação técnica para transformar ideias

inovadoras em empreendimentos de sucesso. Essas ideias, em forma de propostas, podiam ser recebidas de diversos participantes, entre eles: (i) pesquisadores; (ii) professores; (iii) alunos, incluindo menores de idade (entre 16 e 18 anos); (iv) inventores independentes; (v) micro e pequenos empresários com empresas recém-criadas (até 18 meses de existência); e (vi) funcionários públicos. Empresas de médio e grande porte que não estavam habilitadas a submeter propostas eram incentivadas a motivar seus colaboradores e parceiros a participarem do edital.

Entre 2008 e 2020, período em que o programa esteve em operação, somando todas as suas edições, mais de 53 mil pessoas se envolveram, entre empreendedores, avaliadores, interessados no tema e comunidade em geral; teve 12.701 ideias submetidas; mais de 650 empresas geradas; 765 soluções oferecidas; e 238 instituições parceiras. Desse

modo, o PSI atuou como catalisador do empreendedorismo inovador, promovendo a materialização de soluções criativas e sustentáveis no mercado, contribuindo para o fortalecimento do ecossistema de inovação.

Os projetos aprovados no PSI-ES deviam constituir a empresa no período de 11 de janeiro de 2018 a 29 de março de 2018 e terem as documentações entregues para contratação dos projetos de fomento até 30 de março de 2018. O início da vigência dos projetos de fomento foi datado para 16 de abril de 2018, sendo que esses projetos teriam um prazo de execução de 12 meses, a contar da publicação do Contrato de Concessão de Subvenção Econômica no Diário Oficial do Estado do Espírito Santo. Durante o programa, foi oferecido apoio para o desenvolvimento da inovação e da capacitação gerencial de empreendedores.

Os resultados obtidos após consulta ao CNPJ das empresas participantes do PSI-ES no *site* da RFB, no período de 2018 a 2023, revelam um panorama dividido quanto à situação dessas empresas após cinco anos de sua participação no programa. De acordo com os dados coletados (Gráfico 1), das 46 empresas analisadas, 21 (46%) mantêm-se ativas em 2024, evidenciando uma capacidade de sobrevivência e continuidade de operações no ecossistema capixaba de inovação. Por outro lado, 54% das empresas não sustentaram suas atividades ao longo do mesmo período, sendo 21 (46%) com *status* de baixada, três (6%) classificadas como inaptas e uma (2%) suspensa.

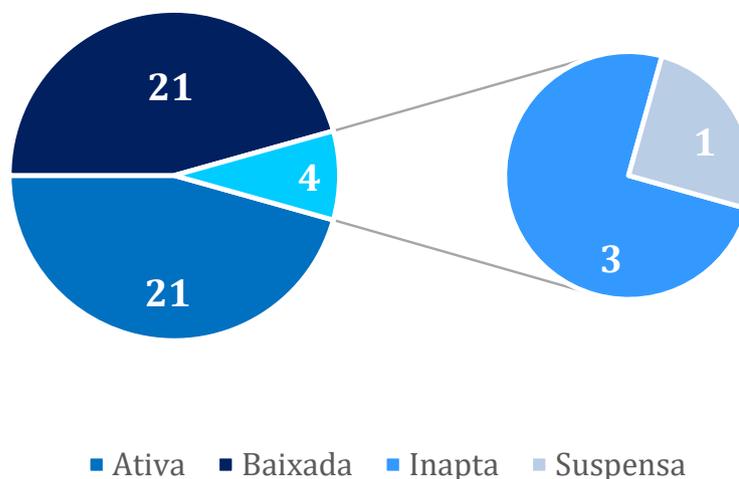
Essa distribuição de resultados suscita uma discussão importante sobre os fatores que influenciam a

sustentabilidade das empresas emergentes no âmbito do PSI-ES. Depreende-se que a persistência de quase metade das empresas em permanecer ativas sugere um impacto positivo do programa na promoção da inovação e do desenvolvimento. Contudo, a proporção significativa de empresas que não se mantiveram operacionais levanta questionamentos sobre os desafios enfrentados por essas iniciativas, incluindo questões relacionadas à gestão empresarial, acesso a financiamentos, adaptação ao mercado e capacidade de inovação contínua.

A análise desses resultados, portanto, não apenas destaca a relevância do apoio oferecido por programas de fomento à inovação como o PSI-ES, mas também indica a necessidade de estratégias complementares que possam fortalecer a resiliência e a competitividade das *startups* no longo prazo.

Além disso, é imperativo considerar o impacto significativo da pandemia de Covid-19 em 2020 como um fator crítico que pode ter contribuído para a elevada taxa de mortalidade empresarial observada. A pandemia global provocou desafios sem precedentes para o ecossistema empresarial, afetando drasticamente a economia em múltiplos setores. Estudos anteriores já evidenciaram como a crise sanitária global impôs restrições operacionais severas, desencadeou interrupções na cadeia de suprimentos e resultou em uma retração da demanda do consumidor, fatores esses que exacerbaram as vulnerabilidades das *startups* e das pequenas empresas.

Gráfico 1 – Situação cadastral (CNPJ) das 46 empresas consultadas



Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo a partir de RFB (2024)

Portanto, a análise dos resultados deste estudo, que mostra uma divisão quase equitativa entre empresas ativas e não operacionais pós-participação no PSI-ES, deve ser contextualizada dentro desse cenário adverso. A pandemia emerge, assim, como um elemento crucial na discussão sobre a resiliência empresarial, sugerindo a necessidade de avaliar como eventos globais de grande escala influenciam a sustentabilidade e a evolução das empresas no ecossistema de inovação.

A análise do porte das empresas participantes do PSI-ES, categorizada pela RFB, revela uma predominância significativa de micro e pequenas empresas no conjunto estudado. Das 46 empresas avaliadas, 39 são classificadas como micro e pequenas empresas, seis como empresas de pequeno porte e apenas uma enquadra-se na categoria de “demais”, indicando, potencialmente, um aumento de faturamento além dos limites estabelecidos para as categorias anteriores. Entre as 21 empresas que se mantêm ativas, a distribuição por porte mantém a tendência, com 17 micro e pequenas empresas, três empresas de pequeno porte e uma empresa na categoria “demais”.

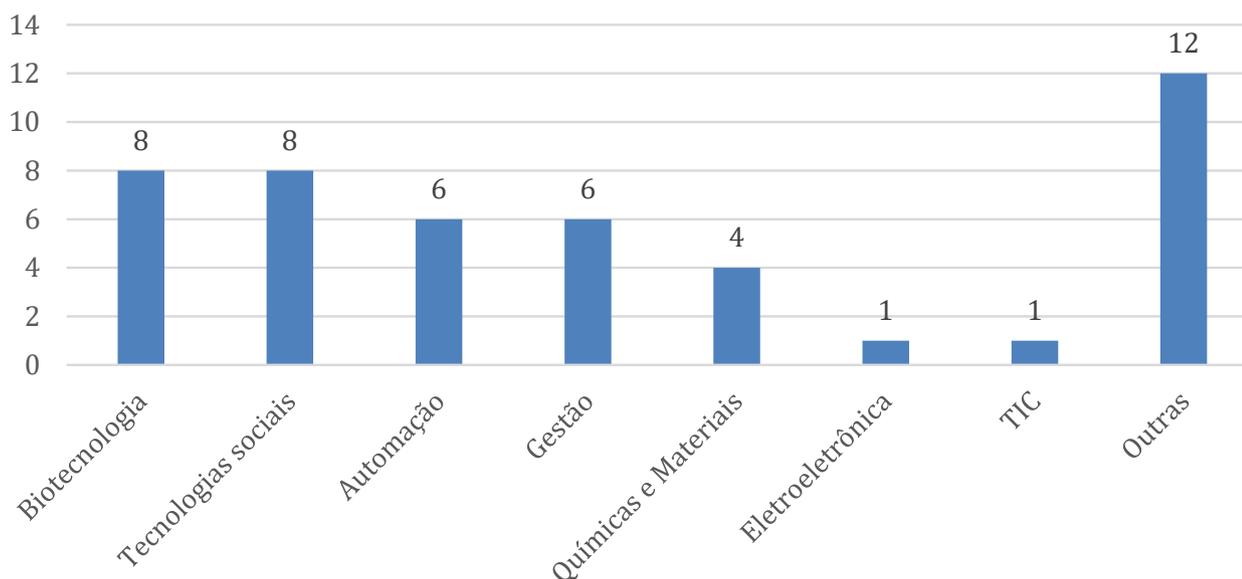
Essa configuração sugere uma resiliência notável das micro e pequenas empresas no ecossistema de inovação capixaba, apesar dos desafios econômicos amplificados pela pandemia de Covid-19. A presença de uma empresa que transcende o *status* de empresa de pequeno porte para se enquadrar na categoria “demais” entre as sobreviventes

aponta para um caso de sucesso notável, indicativo de crescimento de faturamento que merece análise detalhada. Esse panorama reforça a importância de se considerar o porte das empresas ao avaliar a eficácia de programas de inovação, uma vez que fatores como estrutura operacional, capacidade de adaptação e acesso a recursos podem variar significativamente entre diferentes categorias de empresas.

A diversificação setorial das empresas participantes do PSI-ES reflete uma ampla gama de áreas de atuação, destacando o caráter inovador e a abrangência do programa. As áreas de Biotecnologia e Tecnologias Sociais lideram com oito empresas em cada, evidenciando um forte interesse e investimento em soluções voltadas para a saúde, o bem-estar e a inclusão social (Gráfico 2).

Seguem-se as áreas de Automação e Gestão, com seis empresas em cada, que sublinham a busca por eficiência operacional e melhorias na gestão empresarial. Químicas e Materiais, com quatro empresas, ressaltam a inovação em materiais e processos químicos, enquanto Eletroeletrônica e Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), com uma empresa em cada, mostram nichos específicos de atuação. Além disso, 12 empresas são categorizadas como “Outras”, indicando uma diversidade de setores não explicitamente mencionados, mas igualmente relevantes para o ecossistema de inovação.

Gráfico 2 – Áreas de atuação contempladas pelas empresas



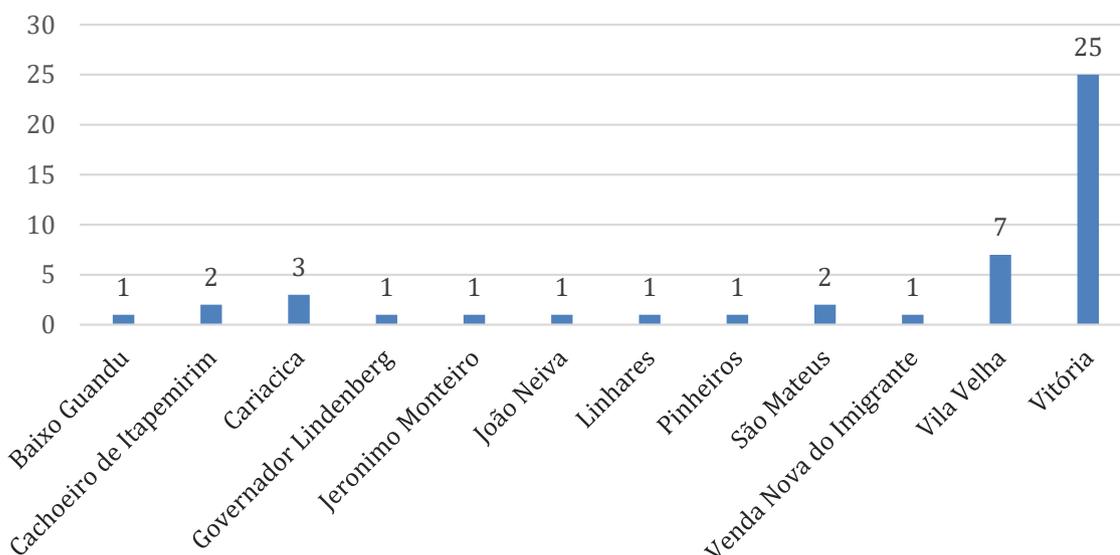
Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo a partir de Fapes (2024) e Certi (2017)

Essa distribuição setorial não apenas demonstra a heterogeneidade das iniciativas apoiadas pelo PSI-ES, mas também enfatiza a importância de uma abordagem multidisciplinar na promoção da inovação e do desenvolvimento empresarial sustentável. Entre as 21 empresas sobreviventes do PSI-ES, a distribuição por área de atuação evidencia uma diversidade significativa, com destaque para Biotecnologia (5 empresas), seguida por Gestão (4 empresas), Automação e Tecnologias Sociais (ambas com 3 empresas), Química e Materiais (2 empresas), e um grupo variado classificado como Outras (3 empresas), refletindo a capacidade de inovação e adaptação desses segmentos no ecossistema capixaba. A identificação desses setores é crucial para direcionar esforços para as áreas relevantes (com potencial) no apoio ao empreendedorismo inovador.

De acordo com os dados do Gráfico 3, das 46 empresas apoiadas, 35 estão situadas na Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV)¹, com destaque para os municípios de Vitória (25 empresas), Vila Velha (7 empresas) e Cariacica (3 empresas). Essa concentração na RMGV sugere uma relação significativa entre a localização geográfica e a taxa de sobrevivência das empresas, especialmente ao considerar que 14 das 21 empresas sobreviventes se localizam nesse mesmo contexto. A RMGV, como núcleo

¹ A Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV) no Estado do Espírito Santo foi criada oficialmente pela Lei Complementar Estadual n. 58/1995 e compreende o espaço territorial formado por sete municípios: Cariacica, Fundão, Guarapari, Serra, Viana, Vila Velha e Vitória (Espírito Santo, 1995).

Gráfico 3 – Quantidade de empresas no PSI-ES por município



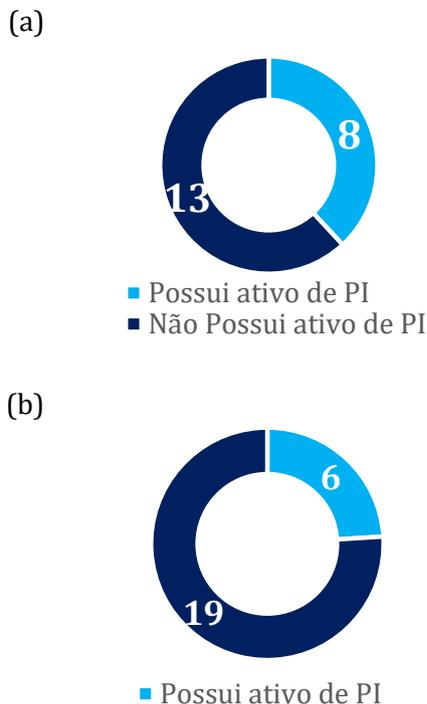
Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo a partir de Fapes (2024) e Certi (2017)

econômico, social e de infraestrutura do Estado, oferece um ambiente propício ao desenvolvimento empresarial, caracterizado por acesso facilitado a recursos, *network* e instituições de ensino e pesquisa. Esses fatores contribuem para um ecossistema de inovação vibrante, em que as *startups* podem se beneficiar de vantagens competitivas, como maior acesso a talentos, tecnologias e financiamentos.

A evidente tendência de empresas situadas em áreas metropolitanas mostrarem maior resiliência e sustentabilidade ressalta a importância da localização na estratégia de crescimento e na consolidação das empresas no setor de inovação. Portanto, a predominância de empresas ativas na RMGV não apenas reflete as condições favoráveis que essa região oferece, mas aponta também para a necessidade de políticas de apoio à inovação que considerem as particularidades geográficas na formulação de estratégias de desenvolvimento empresarial.

Das 46 empresas analisadas, 14 (30%) registraram ativos de propriedade intelectual no INPI, enquanto as outras 32 (70%) não. Essa distribuição torna evidente a relevância dos ativos de propriedade intelectual, visto que, das 21 empresas que se mantêm ativas, apenas oito (38%) possuem ativos de propriedade intelectual e 13 (62%) não (Gráfico 4 (a)). Entre as empresas que não permaneceram operacionais, total de 25, classificadas como baixadas, inaptas ou suspensas, seis (24%) detêm ativos de propriedade intelectual, contrastando com 19 (76%) que não possuem tais ativos (Gráfico 4 (b)).

Gráfico 4 – (a) Situação de ativos intelectuais das 21 empresas ativas; e (b) Situação de ativos intelectuais das 25 empresas baixadas, inaptas e suspensas



Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo a partir de INPI (2024)

No Gráfico 5 visualiza-se o total de ativos intelectuais obtidos pelas empresas no PSI-ES. Das 46 empresas apoiadas, 14 realizaram registros de marcas no INPI, das quais 13 mantêm suas marcas ativas. A marca registrada protege a identidade corporativa da empresa, reforçando a fidelidade do cliente e a presença de mercado. No campo das patentes, apenas duas empresas submeteram pedidos, sendo uma concedida. A patente oferece um monopólio temporário sobre criações, permitindo à empresa capturar valor significativo de suas inovações tecnológicas. Notavelmente, somente uma empresa registrou um programa de computador, embora esta não esteja mais ativa até a data da consulta. O registro de programa de computador, embora não obrigatório, é fundamental para comprovar a autoria de seu desenvolvimento e aumentar a segurança jurídica em negociações e parcerias comerciais, fortalecendo a confiança entre as partes envolvidas e facilitando acordos de licenciamento e colaboração. Pesquisas adicionais em busca de outros tipos de ativos de propriedade intelectual, como cultivares, topografia de circuitos internos, indicação geográfica, desenho industrial e direito do autor, não foram encontrados, indicando uma concentração dos ativos de propriedade intelectual nas áreas de marcas e, em menor grau, de patentes e de programas de computador.

Gráfico 5 – Total de ativos intelectuais obtidos pelas empresas no PSI-ES



Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo a partir de INPI (2024)

Esses números ressaltam a associação entre a detenção de ativos de propriedade intelectual e a maior probabilidade de sobrevivência empresarial no ambiente desafiador do ecossistema de inovação. A sobrevivência de uma empresa depende fortemente da capacidade de inovar e dos investimentos que ela faz em propriedade intelectual. Essa iniciativa de proteção da inovação por meio da propriedade intelectual visa não apenas a sustentar a inovação contínua dentro das empresas, mas a estimular a criatividade da mente humana para o benefício de todos.

As vantagens competitivas com a proteção da propriedade intelectual das empresas são bastante evidentes: (i) garante o direito à propriedade de uma criação intelectual, o que permite aos titulares obterem ganhos com suas criações; (ii) protege a identidade única, a imagem e, consequentemente, a reputação da empresa; (iii) impede os concorrentes de copiar ou imitar produtos e/ou serviços de uma empresa; (iv) incentiva o investimento em pesquisa e desenvolvimento; e (v) podem proporcionar retorno econômico para quem investe esforço e trabalho no desenvolvimento de criações intelectuais. Ao proteger os ativos de propriedade intelectual estimulam-se as atividades desse gênero e o desenvolvimento de empresas dedicadas à exploração dessas criações.

No entanto, a presença de empresas sobreviventes sem ativos de propriedade intelectual também sublinha a importância de uma gama de fatores na determinação da resiliência e sucesso empresarial, como inovação contínua, estratégias de mercado adaptáveis e uma gestão eficiente, indicando que a propriedade intelectual é apenas um dos múltiplos pilares que sustentam o sucesso empresarial a longo prazo.

Convém mencionar que, na literatura, foi encontrado apenas um trabalho que aborda o tema aqui proposto com uma avaliação crítica do programa, focando principalmente na mensuração de seus impactos: o estudo de Almeida e

Grassi (2022). Reitera-se que trabalhos desse tipo, de perfil crítico, certamente são necessários.

Almeida e Grassi (2022) realizam uma comparação entre o PSI-ES e o PSI-SC, do Estado de Santa Catarina. O desempenho do PSI-ES em termos de taxa de sobrevivência contrapõe-se a resultados mais positivos observados em relação ao PSI-SC. Segundo os autores, o modelo do PSI-SC apresenta taxas de sucesso mais altas, indicando que o programa capixaba enfrenta desafios específicos que ainda precisam ser resolvidos, como a necessidade de suporte de longo prazo, maior investimento em capacitação gerencial e adaptação às realidades econômicas locais. No entanto, o PSI-ES parece dar mais destaque à questão da propriedade intelectual, com uma abordagem mais estruturada para garantir que as empresas participantes sejam orientadas sobre o registro de seus ativos. Esse diferencial do programa capixaba busca garantir uma proteção mais efetiva das inovações e um uso estratégico dessas ferramentas como alavanca de competitividade e sustentabilidade no mercado.

Por último, cabe destacar que, apesar das bases de dados utilizadas neste trabalho serem de caráter público, o estudo limitou-se por não ter realizado um trabalho de campo, especialmente junto às empresas que se mantiveram sobreviventes após o PSI-ES.

4 Considerações Finais

Este estudo objetivou avaliar a eficácia do PSI-ES, como instrumento de política governamental que incentiva o empreendedorismo inovador. Para tanto, foram analisadas as taxas de sobrevivência das empresas capixabas que participaram do programa e a relação entre a propriedade intelectual e a sobrevivência empresarial das empresas apoiadas pelo programa no período de 2018 a 2023.

Com base nos resultados, notou-se que apenas 46% das empresas apoiadas permanecem sobreviventes (ativas) cinco anos após a implementação do programa. Esse dado indica que, embora o PSI-ES tenha oferecido suporte inicial, ele não foi suficientemente eficaz em assegurar a sustentabilidade e o crescimento a longo prazo das empresas beneficiadas. A alta taxa de inatividade das empresas beneficiadas destaca a importância de medidas adicionais que promovam a continuidade e o sucesso dos empreendimentos inovadores.

Ademais, evidenciou-se que o PSI-ES buscou não apenas fomentar a inovação e o empreendedorismo, mas também estabelecer diretrizes claras quanto à propriedade intelectual e aos benefícios econômicos provenientes das criações intelectuais desenvolvidas no âmbito do programa.

Essas medidas visavam garantir a proteção e a correta distribuição dos benefícios advindos das inovações geradas, promovendo um ambiente propício para o desenvolvimento e a sustentabilidade das empresas participantes.

A observação de que 46% das empresas que receberam apoio permanecem ativas cinco anos após a implementação do programa sublinha a necessidade crítica de reforçar o apoio contínuo e o desenvolvimento de competências em gestão, inclusive de propriedade intelectual. A limitada adoção de registros de marcas, patentes e outros ativos de propriedade intelectual pelas empresas participantes aponta para uma oportunidade significativa de melhorar a consciência e as práticas de proteção pela propriedade intelectual, visando fortalecer a competitividade e a longevidade empresarial.

A relação profunda entre a propriedade intelectual e a sobrevivência empresarial sugere que a capacidade de uma empresa de proteger e capitalizar suas inovações é um fator determinante para seu sucesso sustentável. Apenas um pequeno número de empresas participantes do programa buscou proteger suas inovações por meio de registros de marcas, patentes e programas de computador, com uma parcela ainda menor alcançando o *status* de ativo. Essa constatação ressalta a importância de integrar a educação e o suporte em propriedade intelectual como componentes centrais dos programas de fomento à inovação, incentivando as empresas a desenvolverem e implementarem estratégias de propriedade intelectual robustas.

Por fim, conclui-se que, embora o PSI-ES tenha se proposto a fomentar o empreendedorismo inovador e a estabelecer diretrizes relacionadas à propriedade intelectual, ele enfrentou desafios significativos em relação à taxa de sobrevivência das empresas participantes. Em termos de eficácia, esses dados indicam que o programa não atingiu plenamente seus objetivos de garantir a continuidade das empresas apoiadas. Isso sugere a necessidade de revisar as estratégias e de reavaliar a alocação de recursos para melhorar os resultados no futuro.

Com base nisso, recomenda-se que futuras iniciativas de fomento à inovação incluam componentes dedicados à capacitação em propriedade intelectual, além de fornecer suporte contínuo e recursos para as empresas participantes. Investigar as causas subjacentes à inatividade das empresas e desenvolver estratégias específicas para aumentar a taxa de sobrevivência são passos cruciais para maximizar o impacto desses programas. Além disso, promover uma maior conscientização sobre a importância da propriedade intelectual pode encorajar as empresas a buscarem proteção para suas inovações, contribuindo, assim, para a sua sustentabilidade e sucesso a longo prazo no mercado.

5 Perspectivas Futuras

Como oportunidades para pesquisas futuras, identificou-se uma gama de possibilidades. Em especial, recomendam-se estudos mais aprofundados que identifiquem as causas da inatividade e desenvolvam estratégias para aumentar a taxa de sobrevivência das empresas participantes do PSI-ES.

Sugere-se, ainda, que sejam realizadas pesquisas de campo que identifiquem: (i) quais foram as causas de sucesso e de fracasso das empresas participantes do PSI-ES; (ii) qual foi o impacto da pandemia de Covid-19 sobre o negócio dessas empresas em termos de taxas de sobrevivência e de mortalidade; e (iii) quais as empresas sobreviventes, que não solicitaram a proteção pela propriedade intelectual, indicando, para isso, qual(is) foi(ram) o(s) fator(es) impeditivos.

Por fim, propõe-se uma análise dos investimentos nacionais em programas de fomento à inovação para avaliar seus impactos e suas contribuições. A adoção de metodologias robustas para o acompanhamento e avaliação dos resultados desses programas torna-se fundamental para otimizar os recursos disponíveis e maximizar o retorno sobre o investimento em inovação.

Referências

- ALMEIDA, R.; GRASSI, R. O Programa Sinapse da Inovação como Base para a Criação do Programa Centelha: uma análise da metodologia e resultados de sua aplicação nos estados de Santa Catarina e Espírito Santo. **Revista Econômica do Nordeste**, [s.l.], v. 53, n. 1, p. 67-88, 2022.
- BOTELHO, M. R. A.; SOUSA, G. F.; AVELLAR, A. P. M. Sobrevivência de Empresas Industriais Inovadoras e Não-Inovadoras no Brasil: uma análise para o período 2000-2020. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA INDUSTRIAL E INOVAÇÃO, 6., 2022, Salvador. **Anais [...]**. Salvador: Associação Brasileira de Economia Industrial e Inovação (ABEIN), 2022.
- CERTI – CENTROS DE REFERÊNCIA EM TECNOLOGIAS INOVADORAS. **Relatório Parcial da Análise do Ecossistema de Inovação do Espírito Santo**. Vitória: Fapes, 2017. Disponível em: <https://fapes.es.gov.br/relatorios-cti-es>. Acesso em: 20 fev. 2024.
- CERTI – CENTROS DE REFERÊNCIA EM TECNOLOGIAS INOVADORAS. **Sinapse da Inovação**. Florianópolis, 2024. Disponível em: <https://certi.org.br/pt/cases-sinapse-da-inovacao>. Acesso em: 10 jan. 2024.
- COHEN, W. M.; LEVINTHAL, D. A. Absorptive-Capacity: a new perspective on learning and innovation. **Administrative Science Quarterly**, [s.l.], v. 35, n. 1, p. 128-152, 1990.
- DAVID, P. A.; HALL, B. H.; TOOLE, A. A. Is public R&D a complement or substitute for private R&D? A review of the econometric evidence. **Research Policy**, [s.l.], v. 29, n. 5, p. 497-529, 2000.
- DRUCKER, P. F. The Effective Decision. **Harvard Business Review**, Massachusetts, v. 1, n. 1, p. 1-7, 1967.
- ESPÍRITO SANTO. (Estado). Lei Complementar Estadual n. 58, de 21 de fevereiro de 1995. **Diário Oficial [do] Estado do Espírito Santo**. Vitória, 21 fev. 1995. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/es/lei-complementar-n-58-1995-espírito-santo-institui-a-região-metropolitana-da-grande-vitória-rmgv>. Acesso em: 10 jan. 2024.
- FAPES – FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA E INOVAÇÃO DO ESPÍRITO SANTO. **Planilha Geral 001/2017 – Sinapse da Inovação**. Vitória: Fapes, 2024.
- FAPES – FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA E INOVAÇÃO DO ESPÍRITO SANTO (FAPES). **Edital Fapes n. 01/2017 Programa Sinapse de Inovação – Conexão ES**. Vitória: Fapes, 2017. Disponível em: https://fapes.es.gov.br/Media/fapes/Importacao/Arquivos/EditaisAbertos/Edital%20Sinapse%20Vers%C3%A3o%20Final_para%20publica%C3%A7%C3%A3o_25mai2017.pdf. Acesso em: 20 jan. 2024.
- FASSARELLA, B. Avaliação de Programas Públicos de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P&D&I) em Pequenos Negócios: experiência do Brasil. **Textos de Economia**, Florianópolis, v. 25, n. 2, p. 1-28, 2023.
- GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- HAASE, M. A. O. **Sobrevivência de Empresas no Brasil**. São Paulo: FIPE, 2023. Disponível em: <https://downloads.fipe.org.br/publicacoes/bif/bif519-31-40.pdf>. Acesso em: 2 jan. 2024.
- HOUAISS. **Dicionário On-line**: Sinapse. 2024. Disponível em: https://houaiss.uol.com.br/corporativo/apps/uol_www/v6-2/html/index.php#0. Acesso em: 23 fev. 2024.
- INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Consulta Base de Dados do INPI**. Rio de Janeiro: INPI, 2024. Disponível em: <https://busca.inpi.gov.br/pePI/>. Acesso em: 23 fev. 2024.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo: Atlas, 2001.
- LERNER, J. The Government as Venture Capitalist: the long-run impact of the SBIR program. **Journal of Business**, Chicago, v. 72, n. 3, p. 285-318, 1999.
- LINK, A. N.; SCOTT, J. T. Government as Antrepreneur: evaluating the commercialization success of SBIR projects. **Research Policy**, [s.l.], v. 39, n. 5, p. 589-601, 2010.

MARQUES, P. C. S. M. Inovação Estratégica: uma alternativa para a empresa do século XXI. **Revista da Católica**, São Paulo, v. 2, n. 4, p. 1-16, 2010.

MATOS, G. P. **As Fundações de Amparo à Pesquisa como Agentes Estruturantes do Sistema Regional de Inovação e Descentralização em C,T&I no Brasil**. 2018. 152f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias da Informação e Comunicação) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologias da Informação e Comunicação, Universidade Federal de Santa Catarina, Araranguá, 2018.

MCTI – MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÕES. **Subvenção Econômica para Inovação**. Brasília, DF: MCTI, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/fndct/paginas/subvencao-economica-para-inovacao>. Acesso em: 27 fev. 2024.

PEREIRA, F. M. *et al.* Fatores de inovação para a sobrevivência das micro e pequenas empresas no Brasil. **Revista de Administração e Inovação (RAI)**, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 50-65, 2009.

RFB – RECEITA FEDERAL DO BRASIL. **Instrução Normativa RFB n. 2.119, de 6 de dezembro de 2022**. Dispõe sobre o Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica (CNPJ). Brasília, DF: RFB, 7 dez. 2022.

RFB – RECEITA FEDERAL DO BRASIL. **Consulta Base de Dados**. Brasília, DF: RFB, 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/receitafederal/pt-br/search?SearchableText=CNPJ>. Acesso em: 12 jan. 2024.

SEBRAE – SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **A Taxa de Sobrevivência das Empresas no Brasil**. Brasília, DF: Sebrae, 2023. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/a-taxa-de-sobrevivencia-das-empresas-no-brasil,d5147a3a415f5810VgnVCM100001b00320aRCRD>. Acesso em: 28 dez. 2023.

Sobre os Autores

Elizangela Campos da Rosa Broetto

E-mail: elizrosa@ifes.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-3861-9583>

Mestre em Economia Empresarial pela Universidade Candido Mendes em 2008.

Endereço profissional: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Rod. ES 010, Km 6,5, Manguinhos, Serra, ES. CEP: 29173-084.

José Josafá Rebouças de Lima

E-mail: josafareboucas@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9682-1326>

Mestre em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará em 2022.

Endereço profissional: Arco Química, Av. Eusébio de Queiroz, n. 2.715, L 10, Amador, Fortaleza, CE. CEP: 61769-070.

Uonis Raasch Pagel

E-mail: uonispagel@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3723-2895>

Mestre em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável pela Universidade Federal do Espírito Santo em 2017.

Endereço profissional: Universidade Federal do Espírito Santo, Av. Fernando Ferrari, n. 514, Goiabeiras, Vitória, ES. CEP: 29075-910.

Eduardo Winter

E-mail: winter@inpi.gov.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0896-9276>

Doutor em Ciências pela Universidade Estadual de Campinas em 2007.

Endereço profissional: Instituto Nacional da Propriedade Industrial, Rua Mayrink Veiga, n. 9, 17º andar, Centro, Rio de Janeiro, RJ. CEP: 20090-910.

Estudo dos Registros de *Softwares* das Instituições Federais de Ensino

Study of Registrations of Softwares developed in Federal Educational Institutions

**Josimary Horta de Araújo¹, Francisco Fábio Cavalcante Barros²,
Antonio Helyson Fernandes Clementino¹, Cristiane Borges Braga¹**

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil

²Instituto Nacional da Propriedade Industrial, Fortaleza, CE, Brasil

Resumo

Avanços tecnológicos na área de tecnologia da informação têm impulsionado os autores a protegerem seus programas de computador. O registro de *software* concede direitos exclusivos aos autores, permitindo-lhes explorar comercialmente suas criações por um período determinado. O presente artigo mostra uma prospecção tecnológica realizada na base de dados do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), sobre os registros de *softwares*. A pesquisa foi realizada no mês de abril de 2024 e utilizou como estratégia de busca as 44 Instituições Federais de Ensino, Ciência e Tecnologia que compõem a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (RFEPCT) e que tenham sido requeridas no período de 2019 a 2023. Nas buscas, foram encontrados 1.357 pedidos de registros de *software*, sendo 49% desses pedidos realizados pela Região Nordeste, 44% pelas Regiões Sul e Sudeste, conjuntamente, e apenas 7% pelas demais regiões.

Palavras-chave: Programas de Computador; Registro de *Software*; Instituições Federais de Ensino.

Abstract

Technological advances in the information technology field have driven authors to protect their computer programs. Software registration grants exclusive rights to authors, allowing them to commercially exploit their creations for a specified period. This article presents a technological prospecting carried out in the database of the National Institute of Industrial Property (INPI), regarding software registrations. The research was conducted in April 2024 and used as a search strategy the 44 Federal Institutes of Education, Science and Technology, which compose the Federal Network of Vocational, Scientific and Technological Education (RFEPCT), that have been requested from 2019 to 2023. In the searches, 1.357 software registration requests were found, with 49% of these requests made by the Northeast Region, 44% by the South and Southeast Regions combined, and only 7% by the other regions.

Keywords: Computer Programs; Software Registration; Federal Educational Institutions.

Áreas Tecnológicas: Inovação. Propriedade Intelectual. Prospecção Tecnológica.



1 Introdução

No cenário global contemporâneo, marcado pela acelerada evolução tecnológica e pela crescente relevância da tecnologia da informação, a gestão eficiente dos recursos de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) tornou-se um imperativo para as mais diversas instituições.

Aliado a isso, no contexto brasileiro, as Instituições de Ensino Superior (IES) e as Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação (ICTs) assumem um papel crucial na formação de recursos humanos qualificados, na produção de conhecimento científico e tecnológico e na promoção do desenvolvimento social. Nesse cenário, a Lei de Inovação (Lei n. 8.669/1993) se destaca como um marco legal que impulsionou o desenvolvimento tecnológico e o registro de software no âmbito das Instituições Federais de Ensino (IFEs).

Ao longo das últimas décadas, a administração pública brasileira vivenciou um processo de modernização com a implementação de diversas medidas com o intuito de promover a profissionalização da gestão e a otimização dos serviços públicos. Desse modo, organizar dados em uma organização, seja pública ou privada, de forma controlada, rápida e eficiente manualmente pode ser uma tarefa complexa e morosa. A adoção de metodologias e de ferramentas tecnológicas inovadoras tornou-se indispensável para gerenciar e administrar eficazmente as rotinas organizacionais e administrativas. Nesse cenário, a criação de *softwares* direcionados a áreas específicas surge como uma solução viável para automatizar, agilizar e garantir a segurança das operações de trabalho.

Conforme observado por Rainer (2011), os programas de computador, também chamados de *softwares*, tornaram-se elementos cotidianos tanto em nossas vidas pessoais quanto profissionais, permeando diversas áreas de atuação e oferecendo uma variedade de vantagens, como auxílio na execução de tarefas, facilidade de uso e capacidade de processamento de grandes volumes de dados.

Segundo Farias Júnior (2023), nos últimos anos, o crescimento da demanda global por *softwares* resultou na busca por medidas protetoras por meio da proteção da propriedade intelectual, mesmo que os resultados obtidos ainda sejam considerados imprevisíveis (Farias Júnior, 2023).

No Brasil, a proteção dos programas de computador, seja registrado ou não, é garantida pela legislação vigente, incluindo a Lei de Direito Autoral (LDA) (Lei n. 9.610/98) e a Lei de *Software* (Lei n. 9.609/98). De acordo com a Lei do *Software*, no seu artigo 1º, *software* ou programa de computador é

[...] a expressão de um conjunto organizado de instruções em linguagem natural ou codificada, contida em suporte físico de qualquer natureza, de emprego necessário em máquinas automáticas de tratamento da informação, dispositivos, instrumentos ou equipamentos periféricos, baseados em técnica digital ou analógica, para fazê-los funcionar de modo e para fins determinados (Brasil, 1998a, art. 1º).

De forma mais simples, define-se como programa de computador uma expressão de instruções, codificadas ou não, capaz de comandar de maneira digital uma máquina ou um dispositivo para a realização de fins determinados (Farias Júnior, 2023). Do ponto de vista do Direito Autoral, este nasce com a criação da obra, e o registro, embora opcional, oferece vantagens significativas.

Apesar dos direitos assegurados pela LDA, no entanto, o registro do *software* junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) garante direitos legais e segurança ao criador, com validade internacional, eliminando a necessidade de depósitos individuais em cada país de interesse, além de funcionar como eventual prova em eventuais litigâncias. Constitui um documento oficial que atesta autoria e data de criação, facilitando a transferência de direitos e a resolução de conflitos (Andrade, 2007).

No momento do registro no sistema do INPI, algumas informações são solicitadas como dados do autor(es), titular(es), além de dados do programa, como linguagem, tipo de programa e campo de aplicação (INPI, 2024a).

A proteção conferida pelo registro resguarda a originalidade da criação de *software*, conferindo ao criador controle exclusivo, incluindo o direito de venda e o licenciamento, e impedindo outros de se apropriarem, replicarem e comercializarem o programa sem autorização. No entanto, o sistema de proteção não impede que outros agentes desenvolvam trabalhos semelhantes de forma independente, com base em ideias ou propósitos similares. Geralmente, os *softwares* são licenciados a qualquer usuário, podendo a licença conter termos e condições específicas de uso, pagamento e distribuição, como prazos, abrangência da licença e formas de pagamento (Marques; Tigre, 2009).

A prospecção tecnológica, definida como o processo sistemático de identificação de oportunidades para o desenvolvimento e a aplicação de novas tecnologias, assume relevância estratégica para as IES/ICT, possibilitando a criação de soluções inovadoras para os desafios da gestão educacional, da pesquisa científica e da extensão universitária. O registro de *software*, por sua vez, garante o reconhecimento da autoria e a proteção da propriedade intelectual sobre as soluções tecnológicas desenvolvidas pelas Instituições Federais de Ensino (IFEs), além de contribuir para a valorização da produção científica e tecnológica dessas instituições.

Em estudo exploratório, Barbosa *et al.* (2022) realizaram uma análise exploratórias de *softwares* registrados no Brasil no período de 2018 a 2020, mas sem se deter na origem, eles afirmam o seguinte:

Diante de um cenário de TI cada vez mais competitivo e volátil, faz-se necessário que os desenvolvedores de software (pessoas física ou jurídica) conheçam formas de proteger seus produtos e principalmente saibam características genéricas a respeito de softwares já registrados no INPI. Uma vez ciente dessas informações, explanadas com detalhes neste artigo, é possível assegurar cada vez mais a inovação do ecossistema de TI no Brasil (Barbosa *et al.*, 2022, p. 776).

Em um outro trabalho de prospecção, Carneiro Neto *et al.* (2016) fizeram um levantamento sobre registros de *softwares*. No entanto, foram considerados apenas aqueles que estavam voltados para a administração pública, o que restringe o escopo e impede uma análise mais global. Segundo os autores, a maioria dos registros está relacionada ao controle e à contabilidade das organizações a que se destinam, ou seja, visam ao controle dos recursos financeiros das instituições públicas.

Dessa forma, este estudo tem como objetivo analisar os registros de *softwares* realizados pelas 44 Instituições que compõem a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (RFEPCT), buscando identificar as tendências e as características da produção tecnológica dessas instituições, uma vez que as pesquisas acadêmicas existentes enfatizam a produção das Universidades Federais brasileiras e poucos estudos avaliam a evolução da inovação nas instituições objeto deste artigo.

Importa salientar que este artigo pretende abordar dados inéditos acerca de registros de *software* de um público negligenciado em outras publicações, tendo em conta essa temática. Assim, foi realizada a investigação dos registros de *softwares* pelas instituições da RFEPCT, no geral, e o detalhamento das características dos programas de computador registrados pelo IFCE, mais especificamente.

2 Metodologia

O estudo realizado neste artigo foi desenvolvido por meio de uma análise dos pedidos de registros de *software*, constantes na base de dados do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), por meio da plataforma buscaweb (<https://busca.inpi.gov.br/pePI/>), na qual, após inserir usuário e senha, foi selecionada a base de dados de programa de computador.

A pesquisa foi realizada no mês de abril de 2024 e utilizou como estratégia de busca o período de entrada de 2019 a 2023, em que tivessem como solicitantes uma das

Instituições que compõem a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (RFEPCT). Entre elas, estão listados os Institutos Federais de Educação, Ciência e Tecnologia, a Universidade Tecnológica Federal do Paraná, os Centros Federais de Educação Tecnológica, as Escolas Técnicas vinculadas e o Colégio Pedro II (MEC, 2024).

Após a listagem das 44 instituições, foi realizada a busca dos CNPJs de cada uma no e-MEC – Sistema de Regulação do Ensino Superior (<https://emec.mec.gov.br/emec/nova>).

Na sequência, foi utilizada a plataforma buscaweb do INPI para realizar a pesquisa pelos CNPJs encontrados das 44 instituições de ensino depositantes e os dados quanto ao número de pedidos, linguagem utilizada, tipo de programa e campo de aplicação, encontrados nos próprios registros de pedidos e verificados individualmente. Desse modo, foram levantados e compilados em planilha por instituição e ano. Os códigos referentes às classificações também estão disponíveis no *site* do INPI (INPI, 2024a).

As informações encontradas foram tabuladas, analisadas, tratadas e selecionadas de acordo os seguintes critérios: evolução anual dos pedidos de registros de *software*, países de depósito, campo de aplicação do *software*, linguagem de programação utilizada, tipo de programa, perfil dos depositantes e quantidade de concessões de registros de *software* por estados e região do país.

É importante salientar que as classificações utilizadas neste artigo, quanto à linguagem utilizada nos programas de computador, ao tipo de programa e ao campo de aplicação, foram localizadas nas tabelas de classificação do INPI.

3 Resultados e Discussão

A seguir, apresenta-se os principais achados desta pesquisa, interpretando-os à luz da metodologia previamente estabelecida, ou seja, analisar os resultados da busca por pedidos de registros de *software*, cujo período de entrada foram de 2019 a 2023, e que tivessem como solicitantes uma das Instituições que compõem a Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (RFEPCT).

3.1 Número de Registros

Primeiramente, os dados de registros foram organizados observando-se o quantitativo de registros realizados por ano. Nas buscas realizadas nas 44 instituições de ensino da Rede Federal de Educação Profissional, Científica e Tecnológica (RFEPCT), foram encontrados 1.357 pedidos de registros de *software* no período pesquisado, conforme apresentado na Tabela 1.

Quando agrupados por região (Tabela 1), é possível verificar o protagonismo da Região Nordeste no número

de registros. No Gráfico 1, pode-se observar que os quatro primeiros colocados, além do IFCE, o Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB), com 140, o Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), com 107, e o Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE), com 94, seguido do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (IFES), primeiro IF não localizado no Nordeste, com 84, elencando os cinco primeiros do *ranking* para o período.

Percentualmente, constatou-se que 49% desses pedidos foram realizados por instituições da Região Nordeste, 44% pelas Regiões Sul e Sudeste, conjuntamente, e apenas 7% pelas demais regiões. A Região Nordeste se destacou como líder nos depósitos nos anos de 2020 a 2023, sendo ultrapassada pela Região Sul em 2019 por apenas 20 depósitos de diferença. Ao todo, foram solicitados pela Região Nordeste 662 pedidos de *software* no período pesquisado.

Além disso, quando considerada a média de *softwares* por instituição (Tabela 1), o Nordeste permanece em situação de destaque. Por outro lado, a Região Norte destaca-se pelo oposto.

Importa salientar que na Região Sul, entre 2019 e 2020, ocorreu uma queda significativa de

aproximadamente 39,2% na referida quantidade. Esse decréscimo pode estar associado à pandemia da Covid-19, que atrasou muitos projetos, convém salientar que Barbosa *et al.* (2022) observaram que, nacionalmente, os registros subiram 20% entre os anos 2018 e 2019, seguido de uma redução de 3% entre 2019 e 2020, provavelmente em virtude da pandemia, que afetou o setor, seja por impedimentos de saúde dos desenvolvedores, seja pela redução no financiamento dos projetos.

Para as Regiões Norte e Centro-Oeste, a necessidade de aumentar a conscientização e o apoio aos projetos de inovação é evidente. A implementação de programas de fomento e a promoção da propriedade intelectual nessas regiões são cruciais para equilibrar a distribuição de registros e impulsionar o desenvolvimento tecnológico. A expansão dessas iniciativas pode resultar em uma maior participação dessas regiões no cenário nacional de desenvolvimento de *software*, contribuindo para uma distribuição mais homogênea da inovação tecnológica no país.

Analisando os resultados da pesquisa em relação à Região Nordeste, verifica-se que o estado que assumiu a liderança no período de 2019 a 2023 foi o Ceará, seguido pela Paraíba e pelo Rio Grande do Norte, conforme demonstrado na Tabela 2.

Tabela 1 – Quantidade de pedidos de registro de *softwares* depositados na base de dados do INPI por região

REGIÃO	2019	2020	2021	2022	2023	TOTAL	MÉDIA
NORTE	11	9	3	2	15	40	5,71
CENTRO-OESTE	6	5	10	9	20	50	10,00
SUL	125	49	28	35	63	300	42,86
SUDESTE	59	54	49	67	76	305	21,79
NORDESTE	105	108	148	156	145	662	60,18
TOTAL	306	225	238	269	319	1357	30,84

Fonte: INPI (2024b)

Tabela 2 – Quantidade de pedidos de registro de *softwares* depositados na base de dados do INPI na Região Nordeste

ESTADOS	2019	2020	2021	2022	2023	TOTAL	%
ALAGOAS	19	10	12	17	13	71	10,73%
BAHIA	7	8	7	11	13	46	6,95%
CEARÁ	18	31	56	27	29	161	24,32%
MARANHÃO	0	0	0	0	0	0	0,00%
PARAÍBA	30	9	22	40	39	140	21,15%
PERNAMBUCO	2	24	12	39	17	94	14,20%
PIAUI	0	0	0	0	0	0	0,00%
RIO GRANDE DO NORTE	20	17	25	16	29	107	16,16%
SERGIPE	9	9	14	6	5	43	6,50%
TOTAL	105	108	148	156	145	662	100,00%

Fonte: INPI (2024b)

O total de registros de programas de computador com titularidade do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) no período pesquisado foi de 161, o maior número entre todos os Institutos Federais brasileiros no período pesquisado (Gráfico 1). De acordo com os últimos dados estatísticos divulgados pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI, 2021), o IFCE atualmente ocupa o 3º lugar no *ranking* nacional, sendo a primeira entre as instituições públicas.

No Gráfico 2 são mostrados o número de registros do IFCE por ano no período pesquisado. Nesse gráfico, é possível verificar uma tendência crescente no número de depósitos, excetuando-se o ano de 2021 que teve um número de registros atípicos (56), estando muito acima da média.

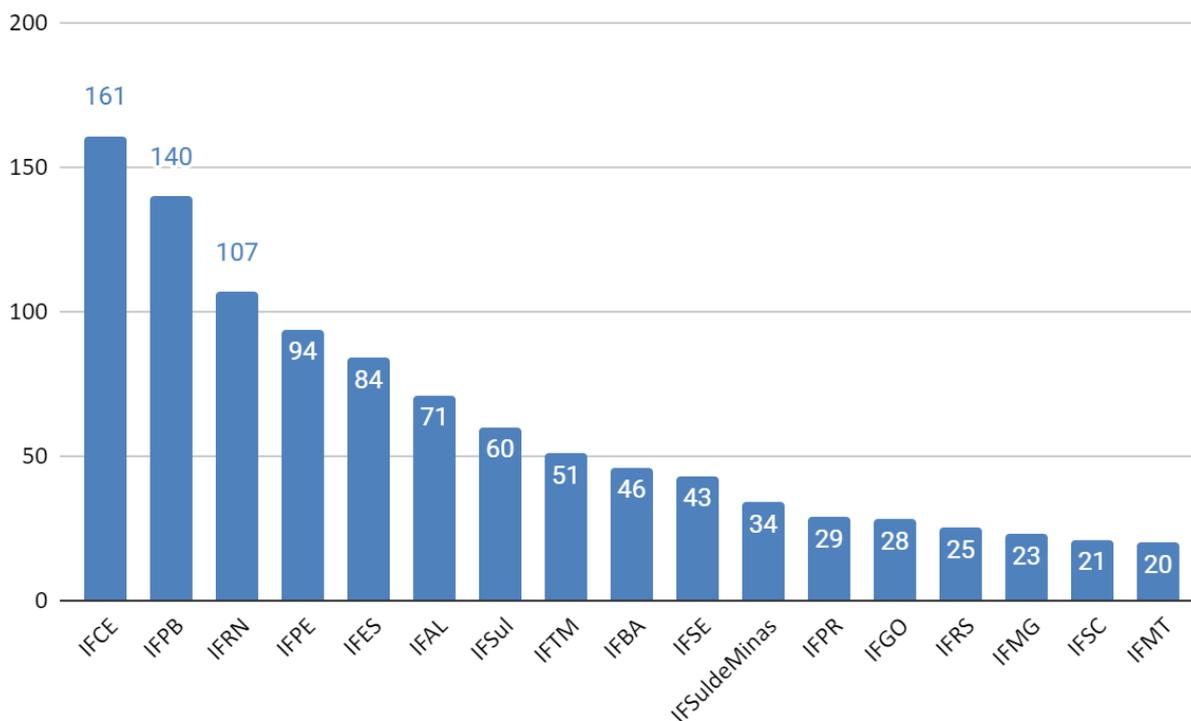
Uma possível justificativa para os resultados de quantitativo de registros de *software* no âmbito do IFCE, instituição líder na Região Nordeste, seria uma dinâmica interna dos principais laboratórios da instituição, sendo destaque os que atuam nas áreas de credenciamento da Unidade EMBRAPPI para atuar nas áreas de competência de Mobilidade Digital e Sistemas Embarcados, sendo um dos destaques nacionais entre as unidades credenciadas (IFCE, 2021a). Conforme destacado por IFCE (2023), “[...] essa evolução se deve, além do planejamento e trabalho

interno, à interlocução com atores da área de tecnologia e à atuação do Polo de Inovação do IFCE e à consolidação da Política de Inovação”. Outra hipótese para esse crescimento seria as alterações em 2021 do Regimento Interno do Polo de inovação do IFCE.

Entre as mudanças ocorridas no referido regimento, destacam-se a ampliação do quadro de pessoal, com a criação de novas coordenações, como a de portfólio, por exemplo, o que assegurou a segregação de funções e maior controle e melhoria dos processos internos; inserção em seu organograma do Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT), outrora vinculado à Pró-Reitoria de Pesquisa e Inovação (PRPI), que dinamizou os processos de requerimentos de pedido de *software* provavelmente “represados”. Essa tendência contrária, inclusive, a relativa redução dos registros nacionais no período 2019-2020, impactando pela pandemia.

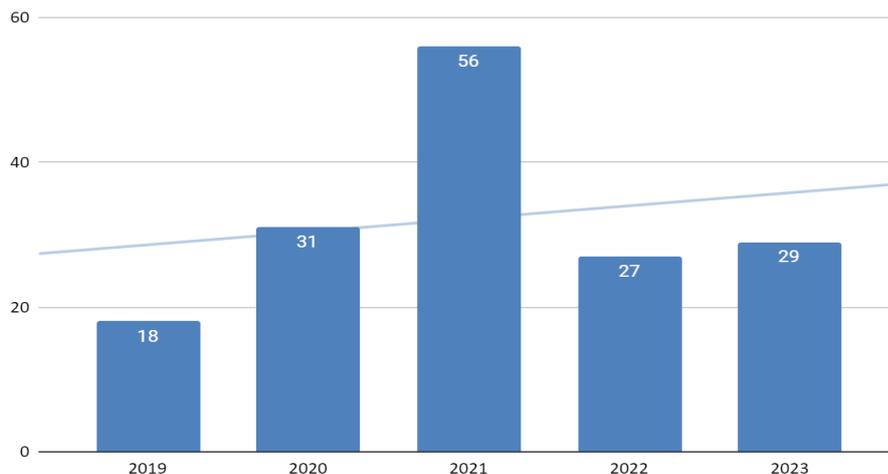
Além disso, a criação de Escritórios de Inovação nos diversos *campi* ao longo dos últimos anos, com atuação vinculada ao NIT, que visam a disseminar a Política de Inovação do IFCE nas suas regiões de atuação, permite uma maior penetração e ampliação do conhecimento sobre proteção de ativos de PI, incluindo, consequentemente, *softwares*.

Gráfico 1 – Número de programas registrados pelos Institutos Federais que apresentaram valor a partir de 20 registros no período de 2019-2023



Fonte: INPI (2024b)

Gráfico 2 – Número de programas registrados por ano pelo IFCE no período de 2019-2023



Fonte: INPI (2024b)

3.2 Tipo de Linguagem

A linguagem de programação desempenha um papel crucial no ensino e aprendizado, comprovadamente derivando sua lógica de desenvolvimento por meio de algoritmos da própria matemática. Segundo Bertolini (2019, p. 13), “[...] as linguagens de programação surgiram da evolução da lógica matemática, o qual abstrai conceitos complexos da matemática e podia ser utilizado para resolver problemas específicos”.

Conforme é possível observar no Gráfico 3, as linguagens mais usadas nos registros de *softwares* do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) foram: Python, Outros e JavaScript, cujos valores foram, respectivamente, 24,3%, 17,5% e 12,4% do total. Essas três linguagens estão presentes em 53,3% dos requerimentos pesquisados. Dado o elevado índice de “outros”, é importante destacar a importância de se apresentar uma descrição mais fidedigna dessas linguagens no momento do pedido para estudos mais detalhados e aprofundados futuramente.

Destaque-se que, majoritariamente, os laboratórios com projetos credenciados no Polo de Inovação do IFCE, que desenvolvem projetos no Modelo EMBRAPIL, atuam com sistemas embarcados, que são projetos que envolvem construção de *hardware* e *firmware*, desenvolvimento de soluções com Inteligência Artificial (IA) e Visão Computacional (VC) ou desenvolvimento de sistemas WEB/Mobile.

Em outro estudo, Barbosa *et al.* (2022), analisando o total de registros de *softwares* realizados no Brasil entre 2018 e 2020, nota-se que Javascript, HTML (HyperText Markup Language), CSS (Cascade Style Sheet) e PHP (Hypertext Preprocessor) foram as linguagens mais comuns. Segundo os autores, esse predomínio demonstra que a

maioria dos *softwares* registrados leva em conta projetos *web*. Além disso, destaca também que o uso relativamente recorrente das linguagens SQL e o MySQL indicaria que a maioria desses softwares lida com banco de dados.

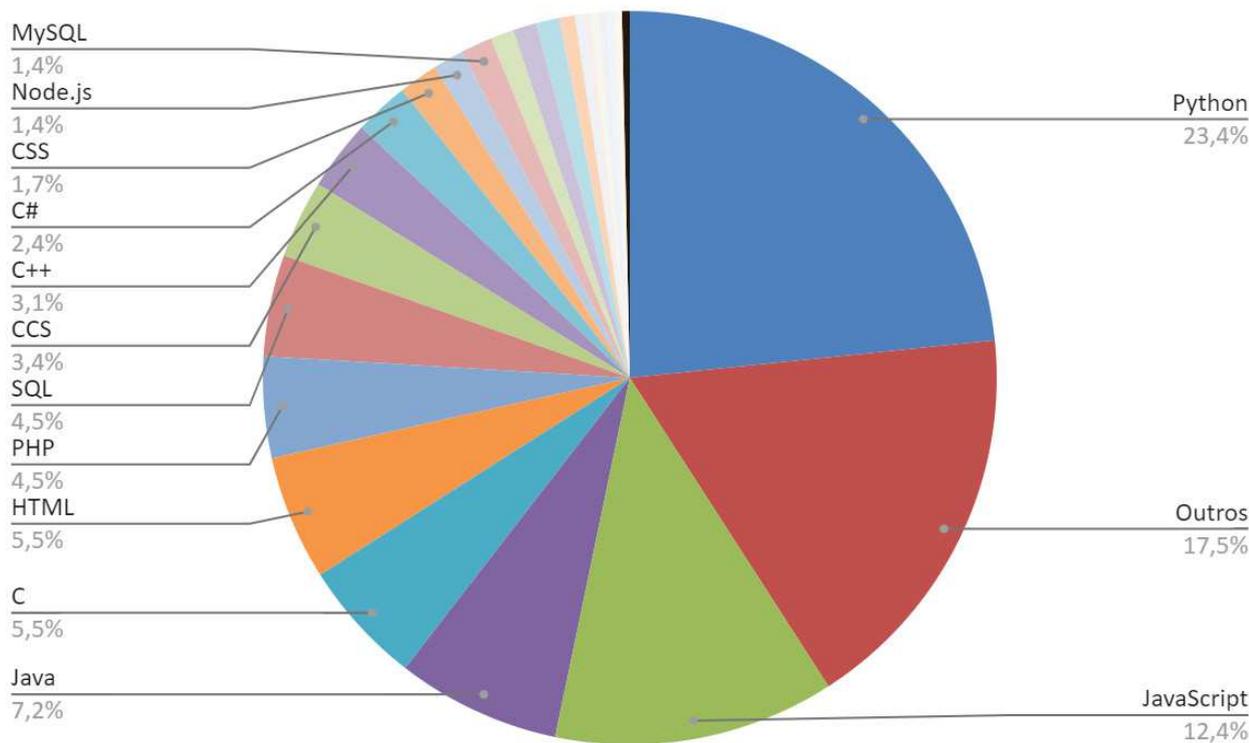
Além disso, conforme indicam Rodrigues, Monteiro e Osório (2021), as linguagens de programação mais ensinadas nos cursos de ensino superior foram C, C++, CSS, HTML, JavaScript e Algoritmo. Por outro lado, dada sua sintaxe mais simples, a linguagem Python, disponível nos mais variados formatos e compatível com a maior parte dos aparelhos eletrônicos como celulares, smartphone, notebook, tablet, tem sido bastante usada nos ambientes educacionais (Carneiro, 2022).

Nesse sentido, infere-se que a facilidade de sintaxe (Python) e a presença na grade curricular obrigatória dos cursos superior (*JavaScript*) justificam a preponderância entre as linguagens dos *softwares* analisados.

Os projetos de inovação em *hardware*, que resultam em ativos de propriedade intelectual, em sua maioria, geram depósitos de patentes. Já os projetos de *firmware* podem gerar registro de *software* em que na atualidade a maioria dos dispositivos entregados é programada utilizando linguagem C/C++.

Do ponto de vista de soluções de IA e VC, a linguagem que fornece o maior suporte e bibliotecas para a área de tecnologia é a linguagem Python. Bibliotecas bem utilizadas em *deep learning*, como Scikit-learn (2019) e Keras (2015), representam bem essas ferramentas. Já do ponto de vista de ferramentas *Web*, grande parte das soluções de *back-end* hoje são desenvolvidas em linguagem de programação Python, utilizando também *Frameworks* como Django (2019), Flask (2010) ou Fast-API (2018).

Gráfico 3 – Tipos de linguagens dos programas registrados pelo IFCE no período de 2019-2023



Fonte: INPI (2024b)

Silva (2023) salienta que o grande número de registros de *software* que utilizam a linguagem de programação em JAVA teve como objetivo principal os sistemas móveis, desenvolvidos para plataformas Android. Atualmente, a linguagem utilizada para desenvolvimento nessa plataforma é chamada de Kotlin, contudo, por muito tempo, as ferramentas de desenvolvimento para Android utilizaram a linguagem Java (Souza, 2024).

Souza (2024) afirma que, conforme indica a previsão do relatório *State of Mobile 2023*, outras linguagens como Node.js, Kotlin e Swift vão superar os números do Java em breve, visto que existem técnicas híbridas de desenvolvimento mobile em que páginas *Web* são transformadas em aplicativos.

Em relação ao IFCE, dentro da instituição, existem iniciativas, como a Apple Developer Academy, programa de educação, inovação e desenvolvimento, voltadas para capacitar estudantes para o desenvolvimento de produtos específicos em tecnologias IOS, o que pode levar a um aumento significativo de registros de *software* utilizando linguagem Swift (IFCE, 2024).

3.3 Tipo de Programa

Segundo o INPI (2024a), existem 113 classificações por tipo de programas de computadores. Analisando a característica tipos de programas (Gráfico 4), a maioria dos *softwares* registrados do IFCE é da categoria AP (aplicativos), com 25,1%. Em seguida, há programas do tipo IA (Inteligência Artificial), com 19,8%. Em terceiro lugar, apresentam-se os *softwares* GI (Gerenciador de Informações), que são sistemas cujo papel é gerenciar informações de diversas esferas do conhecimento, com 13,7%. É notável o protagonismo das aplicações, com mais de ¼ do total.

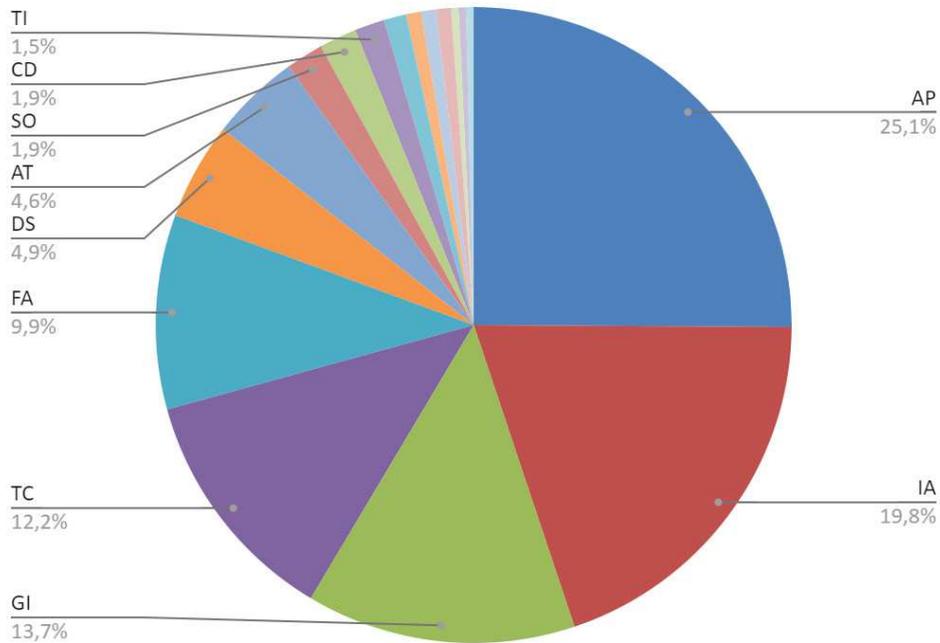
Nesse sentido, mesmo que os aplicativos não sirvam exclusivamente para aparelhos celulares, dado que há a popularização de smartphones, com relação à liderança dos aplicativos, é compreensível que, por meio desses dispositivos, essas aplicações possam chegar a um grande número de usuários. Essa é a provável causa de tantos autores terem escolhido esse tipo de *software* em seus registros.

Outro dado relevante é o fato do significativo número de IA, o que evidencia o avanço do interesse por essa categoria de programas nos últimos anos.

Apesar da preponderância desses três tipos (AP, IA e GI), que juntos perfazem 58,6% do total de registros, é possível observar nos Gráficos 4 e 5 uma maior distribuição entre os diferentes tipos de programa quando comparados aos tipos de linguagem (Gráfico 4). Pode-se dizer que os cinco tipos (AP, IA, GI, TC e FA) são as formas preferenciais trabalhadas pelos autores do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE).

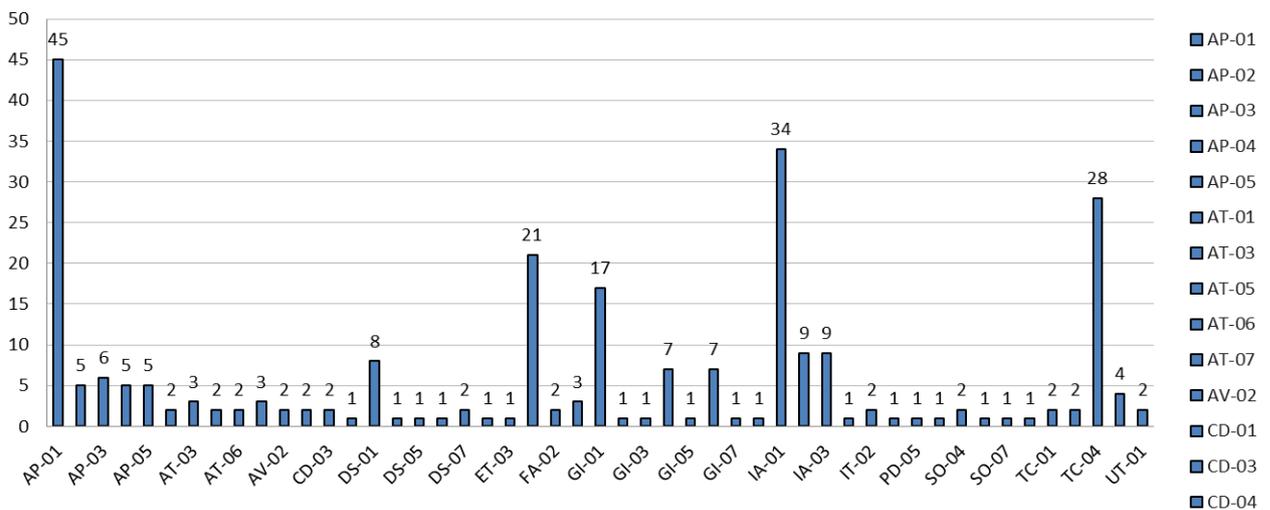
Esses dados estão em conformidade com os apresentados por Barbosa *et al.* (2022), que, nos registros totais nacionais de 2018 a 2020, apontam que a grande maioria é do tipo AP, seguido de GI. Além disso, os autores ressaltam que ferramentas de apoio, Inteligência Artificial e simulação e modelagem também possuem posições de destaque.

Gráfico 4 – Categorias de “tipos de programas” nos pedidos registrados pelo IFCE no período de 2019-2023



Fonte: INPI (2024b)

Gráfico 5 – “Tipos de programas” nos pedidos registrados pelo IFCE no período de 2019-2023



Fonte: INPI (2024b)

3.4 Campos de Aplicações

Conforme aponta o INPI (2006), existem 32 categorias de campos de aplicação para pedidos de registros de programas de computadores. Tal como mostrado no Gráfico 7, os principais campos de aplicação nos *softwares* do IFCE no período de 2019 a 2023 são da categoria SD (saúde), com 16,8%, seguido por IF (informação científica, tecnológica, bibliográfica, estratégica, dados, etc.), com 15,9%, AD (administração), com 14,4%, e IN (indústria), com 10,8%.

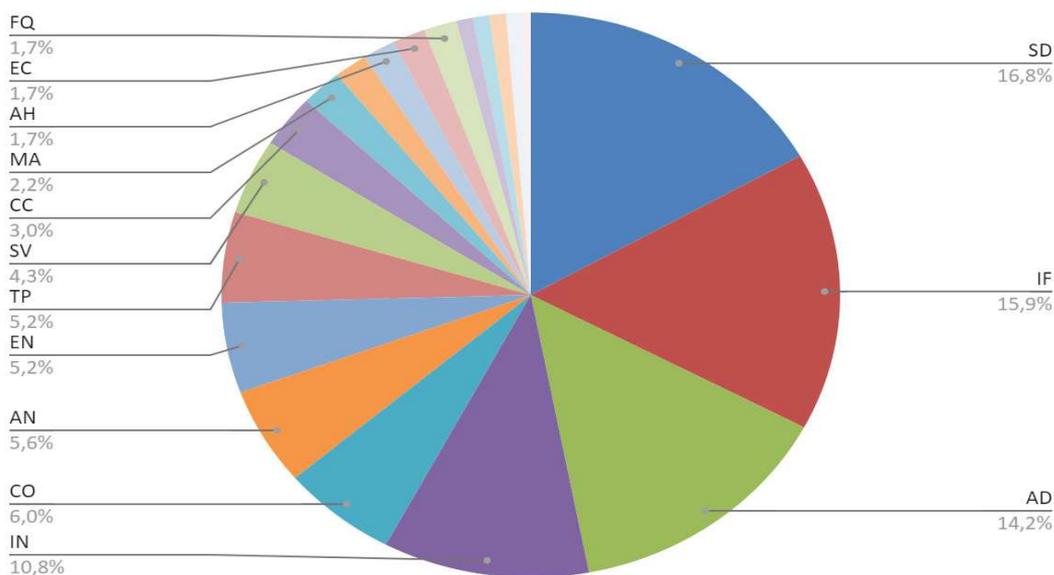
Apesar da preponderância desses três principais tipos (SD, IF e AD), que juntos perfazem 47,1% do total de registros de *software* do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), é possível observar nos Gráficos 4 e 5 uma maior distribuição entre os diferentes tipos de programa quando comparados aos tipos de linguagem (Gráfico 3) e tipos de programa (Gráfico 5). Além

disso, entre os três critérios pesquisados, esse foi o único em que os três primeiros itens não superaram os 50% do total.

Isso mostra que, ao contrário do tipo de linguagem e do tipo de programa, não há uma concentração nos resultados mais frequentes, havendo um espalhamento nas mais diversas aplicações. Isso pode estar relacionado a dois fatores principais: i) à diversidade de áreas de estudo e de eventuais parceiros; e ii) à diversidade geográfica das unidades do instituto, espalhado em todo o território do estado. Assim, essas múltiplas “diversidades” podem trazer diferentes demandas para campos de aplicações tão diferentes.

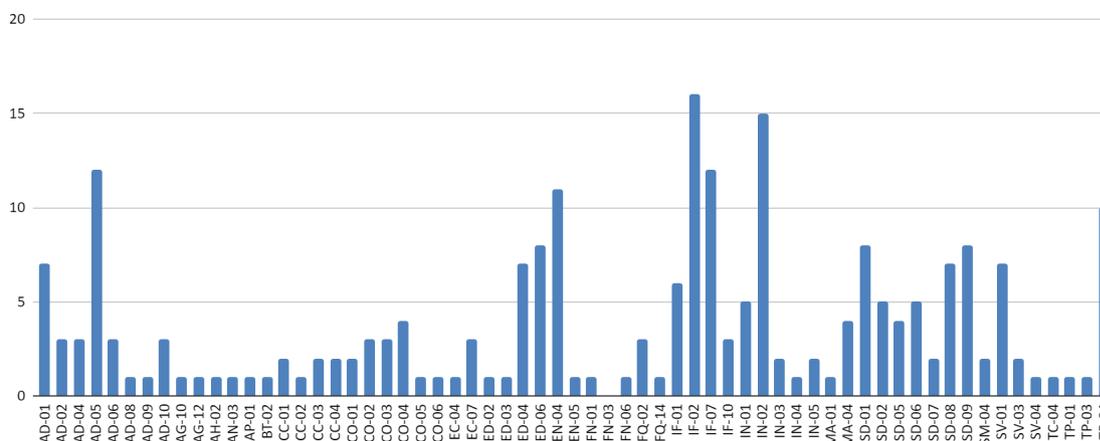
É importante destacar que é possível escolher mais de uma linguagem de programação, de um campo de aplicação e de um tipo de programa no preenchimento de formulário de registro de *software* enviado para o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI).

Gráfico 6 – Categorias de “campos de aplicação” nos programas registrados pelo IFCE no período de 2019-2023



Fonte: INPI (2024b)

Gráfico 7 – “Campos de aplicação” nos programas registrados pelo IFCE no período de 2019-2023



Fonte: INPI (2024b)

4 Considerações Finais

A gestão de *softwares* nas Instituições Federais de Ensino (IFEs) se configura como um tema crucial para o cumprimento das missões dessas instituições, impulsionando a inovação tecnológica, a proteção da propriedade intelectual e a valorização da produção científica e tecnológica. A presente pesquisa contribuirá para o aprimoramento da compreensão da realidade dos registros de *softwares* nas IFEs e, em especial no IFCE, durante os anos de 2019 a 2023.

Nessa perspectiva, pode-se concluir que:

- 1) Considerando-se o universo da rede RFEPCT, verifica-se um claro protagonismo da Região Nordeste no número de registros, tanto em números absolutos que atingem 49% do total nacional, quanto na média por instituição. Por outro lado, Norte e Centro-Oeste são sub-representadas e precisam ser incentivadas.
- 2) Dentro do Nordeste, há uma predominância do Ceará, representado pelo IFCE.
- 3) Analisando-se as linguagens mais comuns do IFCE, destacam-se as associadas à *Web* e à Inteligência Artificial, o que está relativamente próximo dos resultados nacionais.
- 4) Assim como no nível nacional, a maioria dos *softwares* do IFCE é do tipo AP (aplicativos), o que mostra uma forte tendência para o mobile, além de IA, voltados para a Inteligência Artificial. Essa tendência também não se distancia muito dos números nacionais.
- 5) Embora as áreas de maior número de aplicações dos *softwares* registrados pelo IFCE sejam da categoria SD (saúde), IF (informação científica, tecnológica, bibliográfica, estratégica, dados, etc.), AD (administração) e IN (indústria), há uma maior diversidade de usos. Ao contrário do tipo de linguagem e do tipo de programa, estas são menos concentradas nos resultados mais frequentes. Isso indica que esses programas estão sendo desenvolvidos para as mais diversas aplicações.

5 Perspectivas Futuras

As perspectivas futuras para o registro de *software* nas Instituições Federais de Ensino (IFEs) no Brasil mostram um cenário de crescente conscientização e inovação, especialmente nas Regiões Nordeste, Sul e Sudeste. A pesquisa realizada em abril de 2024 destaca a liderança da Região Nordeste, indicando uma sólida base de inovação tecnológica.

Para o futuro, espera-se que essas instituições continuem a desenvolver e registrar novos *softwares*, fortalecendo suas capacidades tecnológicas e contribuindo para o avanço do setor de TI no Brasil. A contínua valorização e proteção da propriedade intelectual serão essenciais para sustentar esse crescimento e a incentivar a criação de soluções inovadoras no âmbito acadêmico e tecnológico.

No tocante aos desdobramentos desse manuscrito, sugere-se realizar uma série de trabalhos mais aprofundados em que se estude cada instituição separadamente, especialmente as com maior representatividade numérica frente às demais. Eventualmente, outras IES que não sejam um IF podem ser incluídas. Por outro lado, faz-se necessária uma investigação das eventuais causas da sub-representação de algumas regiões.

Além disso, é possível também relacionar os dados disponíveis na base do INPI e explorados neste trabalho a um acompanhamento mais focado sobre o uso no mercado, cessões e licenciamentos como forma de que seja verificado o efeito desses registros para o desenvolvimento científico, tecnológico, econômico e social do país.

Referências

- ANDRADE, G. F. de S. **Direito autoral e software: uma análise da proteção jurídica dos programas de computador no Brasil**. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2007.
- BARBOSA, F. R. dos S. *et al.* Análise Exploratória dos Registros de Software do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) de 2018 a 2020. **Conjecturas**, [s.l.], v. 22, n. 1, p. 765-777, 2022. DOI: 10.53660/CONJ-540-803. Disponível em: <https://conjecturas.org/index.php/edicoes/article/view/540>. Acesso em: 25 abr. 2024.
- BERTOLINI, C. *et al.* **Linguagem de programação I**. 1. ed. Santa Maria, RS: UFSM-NTE, 2019.
- BRASIL. Lei n. 8.669, de 21 de junho de 1993. Dispõe sobre a promoção da pesquisa científica, tecnológica e de desenvolvimento inovativo no âmbito da Administração Pública Federal e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, junho de 1993.
- BRASIL. Lei n. 9.609, de 19 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre a proteção da propriedade intelectual de programa de computador, sua comercialização no País, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, fevereiro de 1998a.
- BRASIL. Lei n. 9.610, de 19 de fevereiro de 1998. Altera, atualiza e consolida a legislação sobre direitos autorais e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, fevereiro de 1998b.

CARNEIRO, S. dos S. **Uso da linguagem de programação Python na formação de professor para o ensino de matemática.** 2022. 20f. TCC (Graduação em Matemática) – Universidade do Estado do Amazonas, Parintins, 2020. Disponível em: <http://repositorioinstitucional.uea.edu.br/handle/riuea/4136>. Acesso em: 26 abr. 2024.

CARNEIRO NETO, José Aprígio *et al.* Prospecção Tecnológica dos Registros de *Softwares* de Administração Pública. In: 7th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TECHNOLOGICAL INNOVATION – ISTI. Em 22 de setembro de 2016. **Anais [...].** [S.l.], 2016.

DALL'AGNOL, Rogéria Prado; MACHADO, Glaucio José Couri. O Registro de Software na Universidade Federal de Sergipe: uma análise comparativa. **Revista GEINTEC**, São Cristóvão, v. 3, n. 4, p. 200-210, 2013.

DE MEDEIROS, Gilvandro César *et al.* Grau de inovação das ICT da região nordeste a partir da produção dos programas de computador registrados. **Gestão do Conhecimento e Inovação**, [s.l.], v. 10, p. 24, 2019.

DJANGO. **The Web framework for perfectionists with deadlines.** 2019. Disponível em: <https://www.djangoproject.com/>. Acesso em: 14 abr. 2024.

FARIAS JÚNIOR, Tácito Augusto. Análise Prospectiva dos Registros de *Software* no Brasil. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, [s.l.], v. 9, n. 9, p. 577-585, 2023.

FAST-API. **Estrutura FastAPI, alto desempenho, fácil de aprender, rápido de codificar, pronto para produção.** 2018. Disponível em: <https://fastapi.tiangolo.com/>. Acesso em: 14 abr. 2024.

FLASK. **Welcome to Flask – Flask Documentation (3.0.x).** 2010. Disponível em: <https://flask.palletsprojects.com/en/3.0.x/>. Acesso em: 14 abr. 2024.

IFCE – INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ. **Apple Developer Academy.** [2021a]. Disponível em: <https://developeracademy.ifce.edu.br/>. Acesso em: 14 abr. 2024.

IFCE – INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ. **Resolução n 50/CONSUP/IFCE/2021.** [2021b]. Disponível em: https://polodeinovacao.ifce.edu.br/wp-content/uploads/2021/11/ResolucaoConsup50_2021_RegimentoPOLO-1.pdf. Acesso em: 10 out. 2024.

IFCE – INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ. **IFCE é 1º lugar entre instituições públicas em ranking do INPI.** 13/06/2023. Disponível em: <https://ifce.edu.br/noticias/noticias-de-destaque/ifce-e-1o-lugar-entre-instituicoes-publicas-em-ranking-do-inpi>. Acesso em: 14 abr. 2024.

IFCE – INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEARÁ. **IFCE possui 114 pesquisadores entre os melhores do mundo.** [2024]. Disponível em: <https://developeracademy.ifce.edu.br/>. Acesso em: 14 abr. 2024.

INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Tabela de Classificação por Tipo de Programa para o Registro de Programa de Computador.** [2024a]. Disponível em: https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/programas-de-computador/arquivos/manual/tipos_de_programa.pdf. Acesso em: 26 abr. 2024.

INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **pePI – Pesquisa em Propriedade Industrial.** [2024b]. Disponível em: <https://busca.inpi.gov.br/pePI/jsp/programas/ProgramaSearchBasico.jsp>. Acesso em: 12 abr. 2024.

INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Campo de Aplicação.** 05/06/2006. Disponível em: https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/programas-de-computador/arquivos/manual/campo_de_aplicacao.pdf. Acesso em: 26 abr. 2024.

INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Programa de computador – Manuais e Vídeo.** 25/07/2017. Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/programas-de-computador/programa-de-computador-manual-completo>. Acesso em: 26 abr. 2024.

INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Ranking Depositantes Residentes – 2021.** [2021]. Disponível em: https://www.gov.br/inpi/pt-br/central-de-conteudo/estatisticas/arquivos/estatisticas-preliminares/rankdepositantesresidentes-vf_2021.pdf. Acesso em: 14 abr. 2024.

KERAS. **Home – Keras Documentation.** 2015. Disponível em: <https://keras.io/>. Acesso em: 14 abr. 2024.

MARQUES, A. C.; TIGRE, S. B. **Direito autoral e propriedade intelectual.** Rio de Janeiro: Forense, 2009.

MEC – MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Instituições da Rede Federal.** 2024. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/rede-federal-inicial/instituicoes>. Acesso em: 10 out. 2024.

MEC – MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Portaria n. 617, de 20 de novembro de 2020.** Estabelece diretrizes para o registro de programas de computador desenvolvidos no âmbito das instituições federais de ensino vinculadas ao Ministério da Educação. Brasília, DF, 2020.

OLIVEIRA, F. S.; ALMEIDA, M. C. Prospecção tecnológica e sua importância para o desenvolvimento científico e tecnológico nas universidades públicas brasileiras. **Revista de Gestão e Projetos**, [s.l.], v. 11, n. 2, p. 9-24, 2020.

RAINER, A. W. **Direito autoral na era digital**: reflexões sobre a proteção jurídica do software. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2011.

RODRIGUES, Gabryella; MONTEIRO, Ana Francisca; OSÓRIO, António. Introdução à Programação no ensino superior: Revisão Sistemática da Literatura. *In*: CONFERENCE: CHALLENGES 2021, DESAFIOS DO DIGITAL. Braga, Portugal. 2021. **Anais** [...]. Braga, PT, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Gabryella-Rodrigues/publication/360589159_Introducao_a_Programacao_no_ensino_superior_Revisao_Sistemica_da_Literatura/links/627f7e3d3a23744a727ee31a/Introducao-a-Programacao-no-ensino-superior-Revisao-Sistemica-da-Literatura.pdf. Acesso em: 14 abr. 2024.

SCIKIT-LEARN. **Scikit-learn**: machine learning in Python – scikit-learn 0.16.1 documentation. 2019. Disponível em: <https://scikit-learn.org/>. Acesso em: 14 abr. 2024.

SILVA, A. B.; SANTOS, C. D. O papel da propriedade intelectual na inovação tecnológica: uma análise nas instituições de ensino superior. **Revista Brasileira de Inovação Tecnológica em Saúde**, [s.l.], v. 9, n. 1, p. 56-69, 2019.

SILVA, João. O uso da linguagem de programação JAVA no desenvolvimento de sistemas mobile para Android. **Revista de Tecnologia e Inovação**, [s.l.], v. 10, n. 2, p. 45-60, 2023.

SILVA, J. M. da. Gestão da Informação em Universidades Públicas: um estudo prospectivo das tecnologias protegidas por patentes e registros de programas de computador. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 24, n. 1, p. 74-94, 2019.

SOUZA, Alberth Amorim; DE MEDEIROS FILHO, Adonis Reis; RUSSO, Suzana Leitão. Perfil dos Depósitos de Software em Universidades Federais da Região Nordeste. *In*: 7th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TECHNOLOGICAL INNOVATION – ISTI. 2016. **Anais** [...]. [S.l.], 2016.

SOUZA, Ana. Evolução das linguagens de programação no desenvolvimento mobile. **Revista de Tecnologia e Inovação**, [s.l.], v. 15, n. 3, p. 112-130, 2024.

Sobre os Autores

Josimary Horta de Araújo

E-mail: josimaryhorta@ifce.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0992-144X>

Mestre em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará em 2021.

Endereço profissional: Rua Nogueira Acioli, n. 621, Aldeota, Fortaleza, CE. CEP: 60110-140.

Francisco Fábio Cavalcante Barros

E-mail: fabio Barros10@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8352-4429>

Doutor em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas em 2011.

Endereço profissional: Rua Nogueira Acioli, n. 621, Aldeota, Fortaleza, CE. CEP: 60110-140.

Antonio Helyson Fernandes Clementino

E-mail: helysonf@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-0466-8745>

Mestre em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará em 2024.

Endereço profissional: Rua Nogueira Acioli, n. 621, Aldeota, Fortaleza, CE. CEP: 60110-140.

Cristiane Borges Braga

E-mail: cristianeborges@ifce.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7833-9491>

Doutora em Educação pela Universidade Federal do Ceará em 2016.

Endereço profissional: Rua Jorge Dumar, n. 1.703, Jardim América, Fortaleza, CE. CEP: 60410-426.

Marcas de Certificação e Marcas Coletivas no Brasil e sua Aplicação no Âmbito do Conceito de ESG

Certification Marks and Collective Marks in Brazil and their Application Within the Scope of the ESG Concept

Adriana Garcia da Silva¹, Fernando Xavier Dias¹, Fernando Melo da Silva¹, Lígia Barros de Freitas¹

¹Universidade do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil

Resumo

O presente trabalho aborda as marcas de certificação e as marcas coletivas em relação aos aspectos do ESG (*Environmental, Social, Governance*). As marcas são signos distintivos que representam a identidade da empresa. Nesse sentido, as empresas têm aplicado os conceitos ESG para melhorar o desempenho e gerar maior reconhecimento do mercado. Para tanto, utilizou-se a pesquisa bibliográfica e documental das marcas registradas no Brasil, por meio do levantamento de documentos e de registros na base de dados do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). Os resultados alcançados demonstram que, nos últimos anos, houve um aumento no número de marcas de certificação e de marcas coletivas que adotam o ESG. Dessa forma, a pesquisa contribuiu para a concepção sistêmica da evolução das marcas e da importância da adoção dos critérios de ESG para o desenvolvimento sustentável de uma sociedade, gerando valor econômico e social para as respectivas empresas.

Palavras-chave: Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI); Ambiental; Social; Governança.

Áreas Tecnológicas: Propriedade Intelectual. Governança.

Abstract

This paper looks at certification marks and collective marks in relation to aspects of ESG (*Environmental, Social, Governance*). Brands are distinctive signs used to differentiate a product or service, which represent the company's identity. In this sense, companies have applied ESG concepts in the areas of sustainability, social development and business management to improve performance and generate greater market recognition. For this reason, we analyzed the number of certification marks and collective marks registered in Brazil that adopt ESG pillars. To this end, a bibliographical and documentary survey of trademarks registered in Brazil was used, by surveying documents and registrations in the National Institute of Industrial Property (INPI) database. The results show that in recent years there has been an increase in the number of certification marks and collective marks adopting the ESG. In this way, the research has contributed to a systemic conception of the evolution of brands and the importance of adopting ESG criteria for the sustainable development of a society, generating economic and social value for the respective companies.

Keywords: National Institute of Industrial Property (INPI); Environmental; Social; Governance.



1 Introdução

A Lei n. 9.276/1996 (Lei da Propriedade Industrial – LPI) dispõe sobre os direitos e as obrigações relativos à Propriedade Industrial. Entre os bens por ela regulados, há a normatização sobre as marcas. No artigo 122 da respectiva norma, é disciplinado o que pode ser registrado como marca, ou seja, todo sinal distintivo visualmente perceptível e que não esteja nas proibições legais (Brasil, 1996).

Para Oliveira (2004), a marca é um signo distintivo usado para diferenciar um produto ou serviço de outro idêntico ou semelhante. As formas de apresentação das marcas podem ser nominativas, mistas, figurativas, tridimensionais ou de posição, conforme prevê o manual de marcas do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI, 2023b). A natureza das marcas pode ser de produto, serviço, coletiva ou de certificação. O objeto de estudo do presente trabalho, recairá sob as marcas de certificação e coletivas.

Em relação à marca de certificação, ela tem como finalidade informar ao público que um produto ou serviço está de acordo com determinadas normas, padrões ou especificações técnicas, notadamente, quanto à qualidade, à natureza, ao material utilizado e à metodologia empregada, certificando, conforme disciplina o artigo 123, inciso II da LPI. Por outro lado, a marca coletiva é utilizada para identificar um produto ou serviço de uma determinada coletividade, que pode ser associação, cooperativa, sindicato, entre outros, na forma do artigo 123, inciso III da LPI.

Para Rocha e Guimarães (2023), a marca coletiva identifica os produtos e/ou serviços representados por uma coletividade de empresários, trabalhadores, produtores, agricultores ou prestadores de serviços. Já para a marca de certificação, os autores comentam que o seu elemento essencial é a função de garantia de conformidade de determinado produto ou serviço quanto à qualidade, à natureza, ao material utilizado e à metodologia empregada.

As marcas coletiva e de certificação precisam para seu registro, respectivamente, de um regulamento de utilização, dispondo sobre condições e proibições de uso da marca (artigo 147 da LPI) e documentação técnica de características e medidas de controle (artigo 148 da LPI), e, nesses documentos, residem as regras de utilização das citadas marcas (INPI, 2022).

Segundo Nascimento e Marques (2021), a globalização consolidou grandes marcas, contudo manter o vínculo da fidelização é o fator crucial para as empresas. A área de *marketing* identificou essa dificuldade e redirecionou o foco do produto para o chamado *marketing* relacional. Assim, para que haja a fidelização duradoura, é necessário criar uma ligação com a marca, estimulando a vontade do próprio

cliente em buscar esse vínculo, gerando valor aos produtos e serviços e emitindo opiniões positivas sobre a marca.

Nessa perspectiva, as organizações passaram a buscar um valor sustentável, considerando a conservação ambiental, os incentivos sociais e a colaboração com clientes, fornecedores e funcionários (Kopnina, 2017). Assim, o tripé da sustentabilidade fica em evidência como meio disseminador de fatores ambientais, sociais e econômicos para a criação de uma imagem a longo prazo para as organizações e de suma importância para os *stakeholders* envolvidos. A gestão de *marketing* tem papel fundamental nessa construção de valor institucional, propiciando que as empresas tenham atuação socioambiental favorável, alinhado, principalmente, com a divulgação dessas ações ao consumidor por meio da transmissão da essência das políticas organizacionais, não só pela exigência legal ou promoções superficiais especificamente geradas para produzir campanhas de publicidade (Viana *et al.*, 2022). O *site* do Pacto Global Rede Brasil (2021) aponta que, segundo os relatórios da Pricewaterhouse coopers, até 2025, 57% dos fundos mútuos na Europa considerarão os critérios ESG, o que representa US\$ 8.9 trilhões. No Brasil, em 2020, os fundos ESG captaram R\$ 2,5 bilhões em 2020, segundo levantamento feito pela Morningstar e pela Capital Reset.

Nos últimos anos, as organizações passaram a se preocupar com os aspectos do ESG na execução das suas atividades, a fim de se tornarem mais sustentáveis, sociais e atrativas para os consumidores (Silva, 2023), de modo que o assunto ESG se tornou obrigatório para a tomada de decisões empresariais, principalmente para as organizações avaliadas pelo mercado financeiro (Niemoller, 2021). Uma das preocupações das partes interessadas ou afetadas pelos negócios empresariais é se as medidas tomadas pela empresa estão de acordo com os pilares da ESG e, assim, garantir o crescimento sustentável da empresa (Ferreira *et al.*, 2023).

Na pesquisa realizada pela Rede Brasil do Pacto Global e Stilingue, em 2021, a fim de identificar se as empresas estavam se adequando ao ESG, foram entrevistados os responsáveis pelas empresas, sócios ou não. O resultado apontou que dos 93% que responderam, 84% deles informaram que houve um aumento nas iniciativas ambientais praticadas na empresa; 48% informaram que implementaram mecanismos internos de *compliance* e governança; 29% adotaram iniciativas contra corrupção; 23% adotaram medidas positivas para políticas de equidade de gênero e racial; 32% aplicaram gestão de resíduos, incluído reciclagem e reaproveitamento de insumos; 20% implantaram ações para diminuir a emissão de gases de efeito estufa e 9% adotaram práticas de respeito e proteção à biodiversidade e cuidados com o solo (Ferreira *et al.*, 2023).

Esses números, relatados no Pacto Global Rede Brasil, mostram a importância que o ESG obteve nos últimos anos e a preocupação do mercado financeiro sobre a sustentabilidade. Ainda, o próprio Pacto Global das Nações Unidas, lançado em 2000 pelo então secretário-geral da Nações Unidas, chamando as empresas para alinharem suas estratégias a fim de alcançarem os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), e o Pacto Global da ONU no Brasil, criado em 2003 que se tornou a segunda maior rede local no mundo, confirmam a preocupação mundial com a sustentabilidade (Pacto Global Rede Brasil, 2021).

Diante da importância e da representatividade das marcas para a identificação dos produtos e serviços e, conseqüentemente, da empresa e/ou de seus titulares, surge a necessidade de vinculação com os novos modelos de negócios sustentáveis, entre eles, os conceitos de *Environmental, Social, Governance* (ESG), sigla que surgiu em 2004, no mercado financeiro, por meio do documento criado pelo Pacto Global da ONU e pelo Banco Mundial chamado *Who Cares Wins*, no qual as principais instituições financeiras do mundo discutiram a integração dos aspectos sociais, ambientais e de governança no mercado de capitais. A sigla ESG é o acrônimo de *Environmental, Social e Governance* (Ambiental, Social e Governança) e, para ser eficiente, todas as letras devem ser trabalhadas em conjunto (Pacto Global Rede Brasil, 2021).

Nesse sentido, diversas instituições passaram a adotar as práticas de ESG, vinculando suas marcas a esse conceito a fim de agregar maior valor e serem reconhecidas pelas práticas socioambientais e de governança sustentáveis (Viana *et al.*, 2022), de modo que o presente artigo levanta um questionamento: qual o número de marcas de certificação e coletivas no Brasil que adotam o conceito de ESG? O questionamento se justifica porque “[...] o desempenho em ESG melhora o desempenho das empresas no longo prazo, e os pilares mais fortes são o ambiental e social” (De La Fuente; Ortiz; Velasco, 2022, p. 1). As marcas coletiva e de certificação têm regramentos próprios e obrigam os seus usuários a cumprir determinadas regras, justificando, assim, o questionamento se essas regras estão sob a ótica do conceito ESG (Winkelmann, 2014).

Portanto, o trabalho tem como objetivo realizar uma pesquisa acerca das marcas de certificação e coletivas vigentes e sua relação com o conceito de ESG na geração de valor e no desenvolvimento sustentável de uma sociedade, registradas pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI).

2 Metodologia

O trabalho foi elaborado a partir de uma abordagem qualitativa, método exploratório, descritivo, revisão bibliográfica e pesquisa documental. O método científico é o caminho trilhado pelo pesquisador em busca dos resultados investigativos desejados (Mezzaroba; Monteiro, 2019).

No trabalho, a pesquisa qualitativa serviu para estipular comparações pontuais e analisar os conceitos de ESG e sua correlação com as marcas coletivas e de certificação. A pesquisa descritiva teve como intuito observar, registrar e analisar os resultados obtidos na pesquisa das marcas coletivas e de certificação registradas no INPI em relação aos seus objetivos.

A revisão bibliográfica e documental baseou-se em autores e *sites* que tratam do tema. Foi realizada a pesquisa em *sites* confiáveis, livros, artigos científicos, periódicos, revistas, *sites* governamentais, google acadêmico, entre outros, não sendo encontrados trabalhos similares relacionados à temática deste artigo.

A pesquisa e o levantamento de documentos foram realizados por meio de um estudo prospectivo na base de dados do INPI com a finalidade de identificar os registros vigentes das marcas coletivas e de certificação, analisar os respectivos regulamentos de uso, estatutos e contratos sociais dos titulares das marcas e, subsidiariamente, as informações disponibilizadas nos *sites* dos titulares das marcas, correlacionando sua aplicação ao conceito de ESG.

Foram considerados os registros das marcas coletivas e de certificação depositados a partir do ano de 2004, marco do conceito de ESG, considerando que, apesar de essa proteção estar prevista desde o ano de 1996, os primeiros registros para essas marcas se deram a partir de 2004. O estudo também considerou os registros de marcas de titularidade de empresas estrangeiras. A pesquisa pautou-se nos processos de marca com registros vigentes. Os processos arquivados, extintos e pendentes de deferimento não foram objeto da pesquisa. Os parâmetros para identificar a correlação em ESG foram definidos a partir dos pilares que determinam seu conceito, são eles: aspectos ambientais, sociais e de governança, conforme mostra o Quadro 1.

Quadro 1 – Pilares do ESG

ASPECTOS SOCIAIS	ASPECTOS AMBIENTAIS	ASPECTOS DE GOVERNANÇA
direitos humanos	aquecimento global	ética e <i>compliance</i>
leis trabalhistas	pegada de carbono	transparência
diversidade e equidade de gênero	poluição do ar e água	gestão interna
satisfação do cliente	gestão hídrica	comitê de auditoria
proteção de dados e privacidade	desmatamento	conduta corporativa
engajamento e segurança dos colaboradores	fonte de energias limpas e renováveis	prevenção a fraudes
ações culturais	eficiência energética	relação com entidades governamentais
relações comunitárias	biodiversidade	política de remuneração de executivos
projetos sociais	gestão de resíduos	
garantir o bem-estar-social	logística reversa	

Fonte: Adaptado de ABNT-PR 2030 (2022)

Portanto, a marca precisa atender aos três pilares para seu enquadramento dentro dos preceitos de ESG, possibilitando agregar valor à entidade coletiva e aos seus produtos e serviços, no caso das marcas coletivas, ou agregar valor à empresa, aos seus produtos ou serviços quando certificados, no caso das marcas de certificação.

3 Resultados e Discussão

A partir da metodologia descrita na seção anterior, seguem os resultados da prospecção nas bases de dados do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). A seção foi subdividida em marca de certificação e marca coletiva para melhor compreensão e discussão dos temas.

3.1 Marca de Certificação

Em relação às marcas de certificação registradas no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), a pesquisa apontou um total de 149 marcas vigentes de 2004 até 2023, sendo que 60% (89) dos registros não se referem à questão do ESG e 40% (60) tratam desse assunto, conforme apresentado no Gráfico 1.

Verifica-se que as marcas de certificação que se preocupam com os pilares do ESG deixam explícito seus interesses socioambientais e de governança na documentação técnica de características e de medidas de controle e/ou nos estatutos sociais dos seus titulares como objetivos institucionais, de modo que o usuário dessa marca alcance o reconhecimento de suas práticas sustentáveis perante a sociedade (Viana *et al.*, 2022), conforme exemplificado no Quadro 2.

Gráfico 1 – Marcas de Certificação Registradas no INPI (2004-2023)



Fonte: Adaptado de INPI (2023a)

Quadro 2 – Exemplos de Objetivos que atendem aos critérios de ESG

OBJETIVOS	CRITÉRIOS ESG
Ações contra a mudança global do clima (“Certificado de Energia Renovável Rec Instituto Totum”)	Ambiental
Agregar valor à produção agrícola e familiar (“Sabor Lagoense Lagoa Vermelha – RS Selo de Origem”)	Social
Incentivo às Negociações abertas, transparentes e duradouras entre as partes (“IDB Socioambiental”)	Governança
Performance em ESG (“Selo de Excelência em Franchising”)	Ambiental, Social e Governança

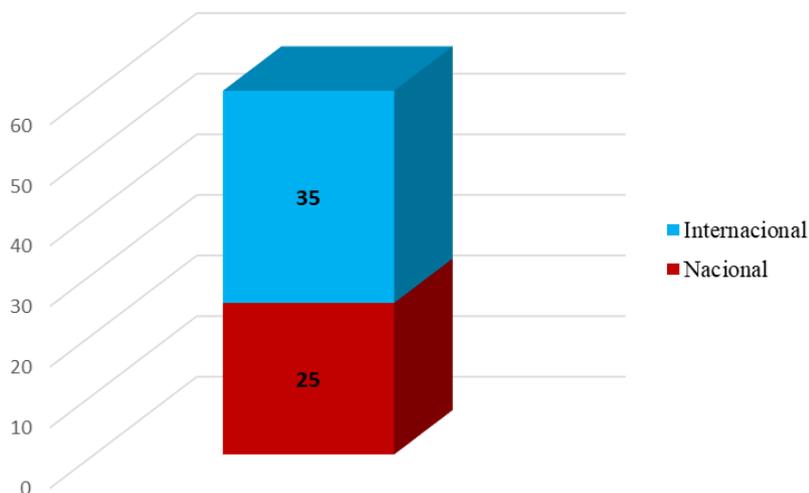
Fonte: Adaptado de INPI (2023a)

Considerando que o ESG nasceu da junção do Pacto Global da ONU e do Banco Mundial (Pacto Global Rede Brasil, 2021), conforme mostra o Gráfico 2, compreende-se o porquê de o número de marcas de certificação estrangeiras, que atendem ao ESG, seja mais significativo do que as marcas nacionais, nesse caso, apenas 25.

Desde 2004 até o presente momento, percebe-se que houve um aumento considerável das marcas de certificação que se preocuparam em se adequar à questão do ESG, tendo

o seu pico em 2019, embora, logo em seguida, houve uma queda nesse número, provavelmente, em razão da pandemia mundial da Covid-19, conforme apresentado no Quadro 3. Ainda que em 2011 tenha um elevado número de registros, a concessão ocorreu apenas para dois titulares: Underwriters Laboratories (UL LLC), com nove marcas, e a McDonough Braungart Design Chemistry, também vinculada a LLC, com três marcas. Em nota: os anos de 2022 e 2023 podem sofrer variações em razão do período de depósito e o seu registro.

Gráfico 2 – Origem das Marcas de Certificação no INPI em relação ao ESG (2004-2023)



Fonte: Adaptado de INPI (2023a)

Quadro 3 – Número de registros das Marcas de Certificação 2004-2023

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Marca ESG	1	4	1	1	0	4	2	12	0	6	6	0	2	2	3	14	1	1	0	0
Marca sem ESG	2	1	0	4	0	12	6	7	10	10	5	2	1	3	4	7	5	4	6	0

Fonte: Adaptado de INPI (2023a)

O Gráfico 3 representa a evolução dos registros das marcas de 2004 até 2023, as linhas evidenciam a grande oscilação dos registros aos longos dos anos, em períodos como 2008, 2012, 2015, 2022 e 2023 não houve

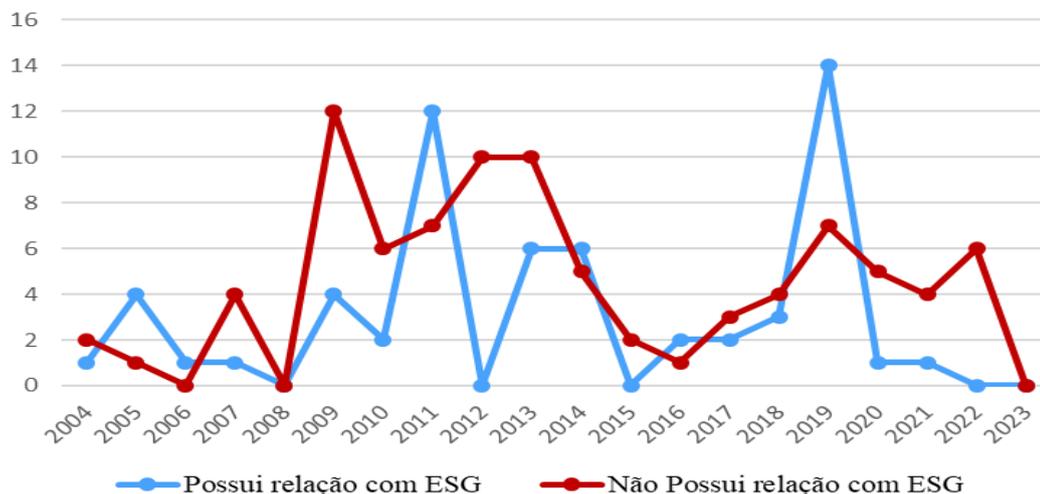
nenhum registro de marcas relacionados com ESG. Em contrapartida, nos anos de 2011 e 2019, os registros vinculados aos ESGs atingiram o montante de 12 e 14, respectivamente.

Entre as marcas de certificação registradas no INPI, destaca-se o registro da marca RW Responsible Waste, n. 923154280, de titularidade da empresa Responsible Waste Resíduo Responsável Entidade Certificadora Ltda., para identificar o serviço de certificação de destinação responsável de resíduos sólidos (INPI, 2023a).

Na documentação técnica, constam as legislações, as normas da ABNT e as demais regras que devem ser

seguidas pelos usuários da marca. Há, ainda, o anexo 2 com o título “Indicadores ambientais, sociais e legais” (INPI, 2023a). O ramo de atividade que a marca atua (destinação de resíduos) já atende a um dos requisitos do ESG, no caso o “*environmental*”, e, na documentação técnica, fica evidente a preocupação em atender a todas as letras do ESG de caráter ambiental, social e de governança, conforme mostra a Figura 4 (Kopnina, 2017; INPI, 2023a).

Gráfico 3 – Evolução das Marcas de Certificação no INPI em relação ao ESG



Fonte: Adaptado de INPI (2023a)

Figura 4 – Trecho do Objetivo da Marca de Certificação RW Responsible Waste

Esta certificação também visa atender as demandas crescentes de conformidade às exigências e critérios de ESG “Environmental, Social & Governance” (Meio Ambiente, Social e Governança), a fim de atestar a capacidade sustentável de seus processos, além de atender aos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável determinados pela Organização das Nações Unidas, a “Agenda 2030”.

Fonte: INPI (2023a)

A marca “Cozinha Saudável – Responsável” (Figura 5), idealizada e criada pela Ana Rita, especialista em gastronomia responsável, tem como objetivo atestar que os estabelecimentos fornecem alimentação em observância aos princípios da alimentação circular, que consiste em verificar desde a forma como o alimento é cultivado até o descarte dos resíduos alimentares, com foco em sustentabilidade, em zero desperdício e em redução de resíduos, pilares do desenvolvimento sustentável, social e de governança (ESG). É possível verificar no *website* da titular que a marca de certificação apoia os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (Silva, 2023; CSR, 2024).

Na documentação técnica constam as legislações, as normas e as demais regras que devem ser seguidas

pelos usuários da marca, possuindo o titular A. R. Barros Consultoria Ltda. três registros de marca (906876060, 906876087 e 906876095), isso porque a certificação por essa marca é dividida em três níveis, “Nível Inicial”, “Nível Mediano e Padrão” e “Nível Excelência”, cuja classificação o usuário poderá usar a depender da pontuação obtida na vistoria empreendida pelo titular da marca (INPI, 2023a). Além de passar pela vistoria a fim de obter a classificação, o usuário da “Cozinha Saudável – Responsável” também deverá se submeter a cinco pilares que integram o modelo de negócio, Alimento, Saúde, Ética/Ambiental, Bem-Estar da Equipe/Holismo e Arte/Cultura, que, segundo Silva (2023), insere-se no conceito de ESG com ênfase na sustentabilidade e na governança social.

Figura 5 – Marca de Certificação “Cozinha Saudável – Responsável”



Fonte: INPI (2023a)

De acordo com a documentação técnica de características e medidas de controle, o processo para o uso da marca de certificação se dá por meio de consultoria e de mentoria, que ocorre de forma *on-line* e presencial, pelo período que varia entre 10 meses a um ano. O interessado deverá responder a um longo questionário envolvendo critérios socioambientais (alimento, saúde, bem-estar, meio ambiente e cultura), em seguida, auditores especializados independentes verificarão o nível da pontuação obtida. A certificação tem validade anual, passado esse período, tal procedimento é novamente realizado. O valor para aderir ao programa da marca de certificação é calculado de acordo com o número de refeições servidas pelo estabelecimento (INPI, 2023a).

A marca Produtor do Bem, n. 917785428, de titularidade da empresa L. Thielo De La Vega Ltda., serve para identificar o serviço de certificação de produtos de origem animal, como carnes, peixes, ovos, aves, leite, laticínios, mel e seus derivados, que utilizem das melhores práticas de criação e de abate para garantia do bem-estar animal e que não façam uso de hormônios ou de que não sejam geneticamente modificados ou clonados (INPI, 2023a). Na documentação técnica, constam as regras que devem ser seguidas pelos usuários da marca (INPI, 2023a). Em especial, o que os pretensos usuários deverão observar é o nível de bem-estar, origem e saúde, cuidados e manejo, alimentação, alojamento, controle de pragas, transporte, despovoamento, abate do respectivo animal, entre outros requisitos, observando as práticas de desenvolvimento sustentável, tornando-se mais atrativas para os consumidores (Viana *et al.*, 2022; Silva, 2023).

Cabe salientar que, por vezes, a necessidade de certificação de processos e de empreendimentos, ou a rotulagem ambiental de produtos, como requisitos para participação e competição nos mercados, pode converter esses mecanismos em verdadeiras barreiras ao comércio. Isso cria desafios competitivos para certos empreendimentos, especialmente os de pequenos produtores e a agricultura familiar, devido aos custos associados à certificação e à implementação de sistemas de gestão ambiental (Silva, 2023). Daí ser relevante que entes públicos e algumas instituições privadas sem interesse comercial ou industrial contribuam para a superação desses obstáculos, propiciando a certificação dos pequenos e médios empreendimentos (Rocha; Guimarães 2023).

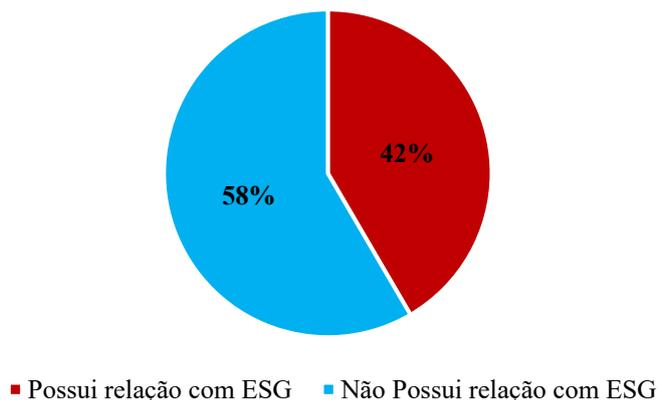
Cite-se nessa linha a marca de certificação “Sabor Lagoense Lagoa Vermelha – RS Selo de Origem”, registrada sob n. 914969730, para certificar produtos produzidos em agroindústrias rurais. De titularidade de Prefeitura Municipal de Lagoa Vermelha, essa marca de certificação é destinada à produção agroindustrial, um importante segmento de desenvolvimento das comunidades da cidade de Lagoa Vermelha, no Rio Grande do Sul, a marca de certificação visa a incrementar a renda dos pequenos produtores rurais e da produção artesanal com o intuito de promover a adequação da qualidade dos produtos (INPI, 2023a; Rocha; Guimarães, 2023).

Portanto, verifica-se que a marca de certificação possui um certo grau de restrição para a sua inclusão diante das exigências técnicas, operacionais e financeiras, além da manutenção e da fidelização da marca pelas organizações. Embora, exista um movimento crescente de marcas e de entidades públicas que se preocupam com essas dificuldades e buscam fomentar a participação de médios e pequenos produtores, inclusive no âmbito da agricultura familiar e solidária, da inclusão de gêneros e da proteção da biodiversidade.

3.2 Marca Coletiva

A respeito das marcas coletivas, o resultado retornou 404 marcas desta natureza registradas no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) de 2004 até 2023, sendo assim, a pesquisa apontou que 58% (236) dos registros não se referem à questão do ESG e 42% (168) têm relação com esse tema, conforme apresentado no Gráfico 4.

Gráfico 4 – Marcas Coletivas Registradas no INPI (2004-2023)



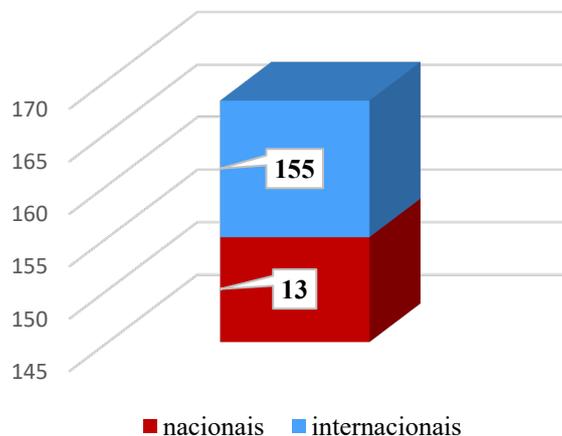
Fonte: Adaptado de INPI (2023a)

Com relação à origem, do total de 168 marcas coletivas registradas que atendem aos aspectos do ESG, 155 são nacionais. As marcas com titularidades estrangeiras correspondem apenas a 13 registros, de acordo com o Gráfico 5. Essa discrepância pode estar relacionada com os aspectos sociais e regionais referentes às marcas coletivas, já que os titulares são associações, cooperativas, sindicatos, etc., que atuam em regiões específicas, muitas vezes, formadas por pequenos e médios produtores/empresas (Sebrae, 2020).

Desde 2004 até o respectivo ano de 2023 (Quadro 4), observou-se que houve um aumento exponencial das marcas coletivas que se preocuparam em se adequar à questão do ESG, tendo o seu pico em 2017. Em 2023, não houve

registro até momento, embora o resultado possa alterar em razão do lapso entre depósito e registro.

Gráfico 5 – Origem das Marcas de Coletivas no INPI em Relação ao ESG (2004-2023)



Fonte: Adaptado de INPI (2023a)

O Gráfico 6 representa a evolução das marcas coletivas, diferenciando aquelas que possuem das que não possuem relação com ESG, sendo que, até o ano de 2013, o número de marcas coletivas não vinculadas ao ESG era maior. A partir de 2014, houve a inversão das curvas com o aumento do número de marcas coletivas relacionadas com ESG, atingindo seu ápice em 2017, mantendo-se em equilíbrio comparado com as não vinculadas.

Quadro 4 – Dados da evolução dos registros das Marcas Coletivas

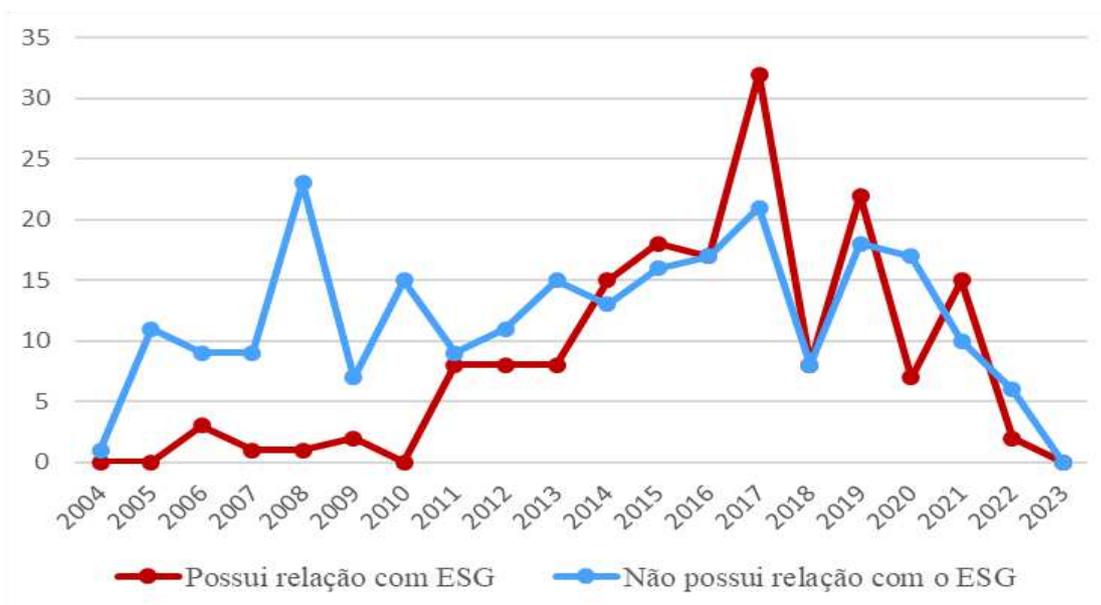
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Marca ESG	0	0	3	1	1	2	0	8	8	8	15	18	17	32	8	22	7	15	2	0
Marca sem ESG	1	11	9	9	23	7	15	9	11	15	13	16	17	21	8	18	17	10	6	0

Fonte: Adaptado de INPI (2023a)

Nesse sentido, verifica-se a representatividade dos pilares do ESG nas marcas coletivas, entre elas, a marca “Riquezas do Cerrado”, registrada sob o n. 923154280, de titularidade da Associação dos Amigos da Cultura (Figura 6) para identificar produtos (amêndoas torradas, farináceos, farinhas, pimenta, alecrim, farinha de mandioca, orégano e polvilho) de uma coletividade de forma sustentável, que ressalta a importância da recuperação de áreas degradadas e se preocupa com a biodiversidade local, alinhando-se aos aspectos de ESG, permitindo maior visibilidade e investimentos do agentes financeiros (Pacto Global Rede Brasil, 2021).

No regulamento de uso da marca “Riquezas do Cerrado”, constam as especificações e as condições de concessão e de utilização. No estatuto social constam as finalidades e os objetivos da associação que atende aos requisitos do ESG, por exemplo: apoiar a promoção da geração de trabalho e renda comunitária, por meio do ensino de práticas produtivas cooperativistas e associativistas de valor cultural e/ou econômico; pesquisar, apoiar e divulgar as causas dos problemas ambientais e suas possíveis soluções, visando o desenvolvimento ecologicamente sustentável; apoiar, divulgar e promover movimentos organizados que trabalhem em benefício do desenvolvimento humano e ambiental do planeta (INPI, 2023a).

Gráfico 6 – Evolução das Marcas Coletivas no INPI em relação ao ESG



Fonte: Adaptado de INPI (2023a)

Figura 7 – Marca coletiva “Riquezas do Cerrado”



Fonte: INPI (2023a)

A marca coletiva “Gravetero” (Figura 9), de titularidade da Cooperativa de Agropecuária Familiar de Canudos, Uauá e Curaçá (Coopercuc), registrada sob o n. 910008671 identifica os produtos cascas e raspas de frutas; compotas; frutas congeladas; frutas conservadas em álcool, entre outros. O regulamento de uso da marca prevê a promoção e a participação em atividades políticas com movimentos sociais, bem como tem como objetivo propor políticas públicas e desenvolvê-las em parcerias com órgãos públicos competentes (INPI, 2023a). No *website* do titular da marca, é possível verificar diversas atividades de sustentabilidade, de capacitação e de articulação de políticas públicas para a promoção da sustentabilidade nas unidades produtivas familiares (Coopercuc, 2024).

Figura 9 – Marca coletiva “Gravetero”



Fonte: INPI (2023a)

Ambas as marcas coletivas têm como foco a proteção dos produtos de coletividades cujos biomas onde estão inseridas é sua principal fonte de distintividade, razão pela qual, em seus regulamentos de uso, preceitos de ESG como proteção à biodiversidade, eficiência energética, ações contra o desmatamento e poluição do ar e água, além de enfatizar as ações culturais e as relações comunitárias, ressaltam a questão da preservação ambiental e da valorização do trabalho como fatores reguladores de sua produção (ABNT-PR 2030, 2022; Ferreira *et al.*, 2023).

Em outra vertente, enfatiza-se a marca coletiva “Amecafé Mantiqueira”, n. 921970315, de titularidade de Amecafé Mantiqueira, registrada para identificar o comércio de produtos alimentícios (grãos), que dispõe em seu estatuto social os objetivos, entre os quais: o de melhorar a renda e a qualidade de vida das mulheres da cadeia produtiva

de café com capacitação técnica, gestão de negócios e da saúde, além do comprometimento social, o que se alinha aos requisitos do ESG, principalmente na proteção e no incentivo à diversidade e à equidade de gênero (De La Fuente; Ortiz; Velasco, 2022; INPI, 2023a).

Vale ressaltar, também, algumas marcas coletivas destinadas à agricultura de pequenos produtores, entre elas, destaca-se a marca coletiva “Riquezas do Vale Qualidade Garantida”, sob n. 903340470, para identificar frutas secas e cristalizadas, geleias e compotas, de titularidade de Cooperativa Agrícola Mista do Vale do São Lourenço. No regulamento de uso da marca, consta que a Região de São Lourenço é uma potencial área para o desenvolvimento da agroindústria a partir da agricultura familiar, e, ao comentar sobre agroindústria, isso significa a oportunidade de agregar renda por meio da transformação de produtos de origem animal e vegetal em produtos industrializados, mesmo que de forma artesanal, conforme exigências da vigilância sanitária e do mercado, promovendo a inserção social, a produção ecologicamente correta e o desenvolvimento da gestão corporativa em consonância com os pilares do ESG (INPI, 2023a; Viana *et al.*, 2022).

A marca coletiva “Recifavela” (Figura 8), de titularidade de Cooperativa de Trabalho dos Catadores de Materiais Recicláveis da Favela Vila Prudente de São Paulo, SP, registrada sob n. 914453505, serve para identificar os serviços de separação de resíduo urbano para reciclagem (INPI, 2023a). No regulamento de uso da marca e no estatuto social da cooperativa titular da marca, constam as definições, as características e as finalidades que estão em consonância com os requisitos do ESG, que é a defesa econômico-social de seus associados, apoio na execução das atividades pelos associados, entre outros.

Figura 8 – Marca coletiva “Recifavela”



Fonte: INPI (2023a)

Dessa forma, a marca coletiva “Recifavela” permite identificar serviços de uma coletividade, valorizando os associados colaboradores na gestão de resíduos em prol do desenvolvimento sustentável, características presentes no conceito de ESG (Viana *et al.*, 2022).

Portanto, observa-se a importância das marcas coletivas no desenvolvimento e no fortalecimento das organizações, agregando valor às suas marcas, aos produtos ou serviços, principalmente, dos pequenos e médios produtores, fomentando a agricultura familiar, os empreendimentos de economia solidária, o associativismo e o cooperativismo, pilares da ESG que contribuem para o desenvolvimento social e sustentável.

4 Considerações Finais

Este artigo procurou analisar o uso das marcas coletivas e de certificação no âmbito da efetivação do ideal compreendido no conceito de ESG, tendo em vista que as referidas espécies de marcas são providas de normativas que condicionam seu uso por quem de direito tem, servindo como instrumento de difusão desses ideais, por meio do signo e das normas que o condicionam.

Nas pesquisas efetuadas no banco de dados do INPI, foram apontadas que, das marcas de certificação registradas, 40% têm relação com ESG, sendo que os outros 60% não atendem aos aspectos do ESG. Com relação à origem, a maioria das marcas de certificação é de titularidade de estrangeiros, sendo observado ainda que, entre os casos selecionados no âmbito dos resultados, a maioria das marcas, além de ter os aspectos do ESG na documentação técnica, também possui nos atos constitutivos dos titulares.

Já para as marcas coletivas, nota-se que 42% atendem aos aspectos do ESG contra 58% que não se enquadram, prevalecendo quanto à origem as marcas coletivas nacionais em detrimento das estrangeiras (circunscritas apenas a 13 registros).

Na análise de algumas das marcas coletivas pesquisadas, os requisitos do ESG constam no regulamento de uso e/ou no estatuto social do titular da marca, destacando-se aqueles que dizem respeito ao meio ambiente, aos indivíduos envolvidos no processo produtivo e à governança.

Portanto, as marcas de certificação e as marcas coletivas, cada uma no seu campo de atuação, o fazem por meio de regras que condicionam seu uso, repercutindo estas nos produtos e serviços por elas assinalados, o que permite a aplicação dos aspectos do ESG como uma métrica a ser observada, gerando valor econômico e social para as empresas, pessoas e/ou entidades que almejam seu uso.

5 Perspectivas Futuras

Este trabalho não teve a intenção de abordar exaustivamente o tema, mas sim de contribuir para a continuidade dos estudos sobre o assunto. Para pesquisas futuras, sugere-se analisar os fatores que dificultam a aplicação de ESG nas demais marcas de certificação e coletiva, bem como avaliar os níveis de contribuição dessa política para as instituições que a utilizam, com estudos de caso, ou outras formas de abordagem do tema, que permitam mensurações quantitativas dessas repercussões.

Referências

- ABNT-PR 2030 – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Ambiental, social e governança (ESG) – Conceitos, diretrizes e modelo de avaliação e direcionamento para organizações**. 2022. Disponível em: <https://www.abntcatalogo.com.br/pnm.aspx?Q=ZWcvVjhseTQydmE1d3h0eVJPK3dBUctkVXJicn1FVUQzQjg0aURhU2FRWT0=#hide1>. Acesso em: 1º jun. 2023.
- BRASIL. **Lei n. 9.279, de 14 de maio de 1996**. Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9279.htm. Acesso em: 22 maio 2023.
- CASTRO, P. B. *et al.* A Importância das Marcas na Proteção Patentária: o caso Natura. **Rev. C&Trópico**, [s.l.], v. 46, n.2, p. 63-86, 2022. Disponível em: [https://doi.org/10.33148/ctropicov46n2\(2022\)art4](https://doi.org/10.33148/ctropicov46n2(2022)art4) Acesso em: 29 maio 2023.
- CERQUEIRA, J. G. **Tratado da Propriedade Industrial: da Propriedade Industrial e do Objeto dos Direitos**. Rio de Janeiro: Lumen Juris Editora, 2010. (atual. por Silveira, N. B. e Borges, D. v. 1).
- COOPERCUC – COOPERATIVA AGROPECUÁRIA FAMILIAR DE CANUDOS, UAUÁ E CURAÇÁ. **Serviços**. 2024. Disponível em: <https://coopercuc.com.br/servicos/>. Acesso em: 28 mar. 2024.
- CSR – COZINHA SAUDÁVEL – RESPONSÁVEL. **E-Books – alimentação Saudável**. 2024. Disponível em: <https://www.saudegourmet.com.br/>. Acesso em: 28 mar. 2024.
- DE LA FUENTE, G.; ORTIZ, M.; VELASCO, P. The value of a firm's engagement in ESG practices: Are we looking at the right side? **Long Range Planning**, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2021.102143>. Acesso em: 30 maio 2023.
- FRAINER, F. **Metodologia Científica**. 2. ed. Indaial: Uniasselvi, 2020. Disponível em: <https://www.uniasselvi.com.br/extranet/layout/request/trilha/materiais/livro/livro.php?codigo=245866>. Acesso em: 30 maio 2023.
- FERREIRA, L. M. *et al.* Práticas de Environmental, Social and Governance (ESG) na Indústria da Construção Civil – Uma Revisão Sistemática de Literatura. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 16, n. 4, p. 1.040-1.056, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.9771/cp.v16i4.50498>. Acesso em: 29 maio 2023.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. 3. reimp. São Paulo: Atlas, 2019.
- GONZÁLEZ, F. E. Reflexões sobre alguns conceitos da pesquisa qualitativa. **Revista Pesquisa Qualitativa**, [s.l.], v. 8, n. 17, p. 155-183, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.33361/RPQ.2020.v.8.n.17.322>. Acesso em: 30 maio 2023.
- INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Portaria n. 8, de 17 de janeiro de 2022**. Ministério da Economia. Brasília, DF, 2022. Disponível em: https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/marcas/arquivos/legislacao/PORT_INPI_PR_08_2022_consolidada_agosto_2023.pdf. Acesso em: 22 maio 2023.
- INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Registros das marcas**. 2023a. Disponível em: https://busca.inpi.gov.br/pePI/jsp/marcas/Pesquisa_num_processo.jsp. Acesso em: 22 maio 2023.
- INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Manual de Marcas**. 3. ed. 6 rev., jan. 2023b. Disponível em: http://manualdemarcas.inpi.gov.br/projects/manual/wiki/02_O_que_%C3%A9_marca#2-O-que-%C3%A9-marca. Acesso em: 22 mai. 2023.
- IRIGARAY, H.; STOCKER, F. ESG: novo conceito para velhos problemas. **Cad. EBAPEBR**, v. 4, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1679-395186096>. Acesso em 28 maio 2023.
- KOPNINA, H. Sustainability: new strategic thinking for business. **Environ Dev Sustain**, [s.l.], v. 19, p. 27-43, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10668-015-9723-1>. Acesso em: 4 jun. 2023.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- MAZZIONI, S *et al.* Reflexos das práticas ESG e da adesão aos ODS na reputação corporativa e no valor de mercado. **RGO – Revista Gestão Organizacional**, [s.l.], v. 16, n. 3, p. 59-77. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.22277/rgo.v16i3.7394>. Acesso em: 29 maio 2023.
- MEZZARROBA, O.; MONTEIRO, C. S. **Manual de metodologia da pesquisa no direito**. 8. ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2019.
- NASCIMENTO, C. F. M.; MARQUES, M. C. L. O registro de marcas como ferramenta estratégica no processo de desenvolvimento do negócio. **Revista Portuguesa de Gestão Contemporânea**, [s.l.], v. 2, n. 2, p. 14-25, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.29327/546009.1-8>. Acesso em: 2 jun. 2023.

NIEMOLLER, J. ESG and sustainability – what’s the difference? **PeaSoup Cloud**, 2021. Disponível em: <https://peasoup.cloud/2021/06/14/esg-and-sustainability-hatsthe-difference/>. Acesso em: 5 jun. 2023.

OLIVEIRA, M. L. **Direito de Marcas**. Rio de Janeiro: Lumen Juris Editora, 2004.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 28 maio 2023.

PACTO GLOBAL REDE BRASIL. A evolução do ESG no Brasil. **Plataforma Stilingue**, 2021. Disponível em: https://d3351uupugsy2.cloudfront.net/cms%2Ffiles%2F150560%2F1619627473Estudo_A_Evoluo_do_ESG_no_Brasil.pdf. Acesso em: 30 maio 2023.

PORTAL DA INDÚSTRIA. **Agência de Notícia CNI**. 2023. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/industria-de-a-z/esg-o-que-e/>. Acesso em: 5 maio 2023.

REGALADO, P. *et al.* Uma Inovadora Interação entre IMPI, Apex-Brasil e o Mercado: as Marcas Coletivas “Setoriais”. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 8, n. 4, 664, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.9771/s.cprosp.2015.008.074>. Acesso em: 28 maio 2023.

ROCHA, A. M.; GUIMARÃES, M. M. Centro histórico de Salvador, Bahia, Brasil: marca coletiva e territorial para o desenvolvimento sustentável. **Revista de Gestão e Secretariado**, [s.l.], v. 14, p. 16.522-16.541, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.7769/gesec.v14i10.2767>. Acesso em: 24 fev. 2024.

SEBRAE – SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Guia prático de marcas coletivas**. Brasília, DF: Sebrae, 2020. Disponível em: https://www.gov.br/inpi/pt-br/central-de-conteudo/publicacoes/CartilhaMarcasColetivas_SebraeNacional_Ajustado_30623.pdf. Acesso em: 30 maio 2023.

SILVA, F. C. N. S. Sustentabilidade empresarial e ESG: uma distinção imperativa. **Revista de Gestão e Secretariado**, [s.l.], v. 14, n. 1, p. 247-258, 2023. Disponível em: <http://www.spell.org.br/documentos/ver/70254/sustentabilidade-empresarial-e-esg--uma-distincao-imperativa>. Acesso em 28 maio 2023.

SILVA, F. C. N. S. Sustentabilidade empresarial e ESG: uma distinção imperativa. **Revista de Gestão e Secretariado**, [s.l.], v. 14, n. 1, p. 247-258, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.7769/gesec.v14i1.1510>. Acesso em: 5 jun. 2023.

UZCÁTEGUI, A. A marca de certificação e suas particularidades. **Revista da ABPI**, [s.l.], v. 68, n. 7, 2004.

VIANA, L. C. *et al.* Investimento em sustentabilidade e o impacto mercadológico: uma avaliação a partir do score ESG. **Desafio Online**, [s.l.], v. 10, n. 1, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.55028/don.v10i1.12320>. Acesso em: 26 jun. 2023.

WINKELMANN, M. A. Marca de certificação e marca coletiva: estudo de caso da marca coletiva vinhos do brasil. **Novatio Iuris**, [s.l.], v. 6, n. 1, 2014. Disponível em: <http://pidcc.com.br/artigos/072014/10082014.pdf>. Acesso em: 31 maio 2023.

WIPO – WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. **Criando uma marca**: uma Introdução às Marcas Registradas e Marcas Comerciais para Pequenas e Médias Empresas. Publicação n. 900.1 da OMPI. Disponível em: https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/pt/wipo_pub_900_1.pdf. Acesso em: 28 maio 2023.

Sobre os Autores

Adriana Garcia da Silva

E-mail: adriana_garcia07977@yahoo.com.br

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1965-1043>

Mestranda em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação pela Universidade do Estado de Minas Gerais.

Endereço profissional: Av. Escócia, n. 1.001, Cidade das Águas, Frutal, MG. CEP: 38202-436.

Fernando Xavier Dias

E-mail: fernando.1098283@discente.uemg.br

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1616-7963>

Mestrando em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação pela Universidade do Estado de Minas Gerais.

Endereço profissional: Av. Escócia, n. 1.001, Cidade das Águas, Frutal, MG. CEP: 38202-436.

Fernando Melo da Silva

E-mail: fernando.silva@uemg.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0052-2004>

Doutor em Direito pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo em 2014.

Endereço profissional: Av. Escócia, n. 1.001, Cidade das Águas, Frutal, MG. CEP: 38202-436.

Lígia Barros de Freitas

E-mail: ligia.freitas@uemg.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4285-4376>

Doutora em Ciência Política pela Universidade Federal de São Carlos em 2012.

Endereço profissional: Av. Escócia, n. 1.001, Cidade das Águas, Frutal, MG. CEP: 38202-436.

Estudo de Prospecção Tecnológica acerca da Atividade Antimicrobiana de Produtos Contendo *Ilex paraguariensis* (erva-mate)

Technological Prospection Study on the Antimicrobial Activity of Products Containing Ilex paraguariensis (yerba mate)

Fernando Sluchensci dos Santos¹, Isaac Pereira Cravalheiro¹, Kelby Cavalheiro de Mendonça¹, Juliana Sartori Bonini¹

¹Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, PR, Brasil

Resumo

A *Ilex paraguariensis* (erva-mate) apresenta alta concentração de compostos bioativos. Este artigo visou realizar uma pesquisa de prospecção tecnológica de formulações que utilizem a *I. paraguariensis* com ação antimicrobiana na base da Orbit Intelligence, na qual foram identificados 233 registros. O Escritório Europeu se destacou com 140 registros, seguido dos Estados Unidos com 135 e da China com 98. No que se refere a patentes com ação antimicrobiana, estas apresentaram aumento a partir do ano 2020, possivelmente devido ao grande interesse de estudo, uma vez em que cada vez mais são apresentados estudos utilizando a erva-mate em diferentes mercados e setores da indústria.

Palavras-chave: Patentes; Erva-mate; Produtos naturais

Área Tecnológica: Prospecções Tecnológicas de Assuntos Específicos.

Abstract

Ilex paraguariensis (yerba mate) has a high concentration of bioactive compounds. This article aimed to conduct a technological prospecting study of formulations that utilize *Ilex paraguariensis* for antimicrobial action by search in the Orbit Intelligence database, where 232 records were identified. The European Office stood out with 140 records, followed by the United States with 135 and China with 98. It is noteworthy that regarding patents with antimicrobial action, there has been an increase since 2020, possibly due to the growing interest in studying, as more and more studies are being presented using mate in various markets and industrial sectors.

Keywords: Patent; Yerba mate; Natural products.

1 Introdução

Nos últimos anos, observa-se um aumento expressivo na taxa de microrganismos que apresentam perfil de resistência frente aos tratamentos convencionais, especialmente relacionados a antibioticoterapia. Segundo aponta o Relatório Global de Resistência Antimicrobiana e do Sistema de Vigilância de Uso de Antimicrobianos (em inglês *Global Antimicrobial Resistance and Use Surveillance System*), emitido pela Organização Mundial da Saúde, é cada vez maior o índice de resistência apresentada aos carbapenêmicos, sendo essa uma classe de antimicrobiano frequentemente utilizada para combater cepas causadoras de infecções diversas, como no caso da *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter spp.* e *Escherichia coli* (Lugo-Zamudio; Cureño-Díaz, 2023; OMS, 2022).

Os micro-organismos com maior perfil de resistência antimicrobiana pertencem ao grupo dos gram-negativos, representando uma ameaça à medicina moderna, já que limitam a escolha de drogas para o combate, o que torna cada vez mais necessário o desenvolvimento de métodos alternativos para a eliminação e o controle desses patógenos (Kanj *et al.*, 2022).

Diante dessa necessidade emergente, diferentes estudos vêm sendo realizados com intuito de se desenvolver produtos e formulações com potenciais antimicrobianos, assim como é o caso de pesquisas que utilizam produtos naturais, a exemplo da erva-mate ou *Ilex paraguariensis* (*I. paraguariensis*), como é conhecida no meio científico (Paluch *et al.*, 2021; Martin *et al.*, 2013).

O gênero *Ilex* consiste em um grupo com mais de 400 espécies e que é predominantemente encontrado em países da região sul da América Latina, especialmente Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai, tendo grande importância econômica e cultural (Paluch *et al.*, 2021). No Brasil, a *I. paraguariensis* é encontrada abundantemente nos estados do Rio Grande do Sul, Paraná, Santa Catarina, Mato Grosso do Sul e em pequenas áreas do estado de São Paulo e de Minas Gerais (Paraná, 2021).

Segundo Santos *et al.* (2022) e Kujawska *et al.* (2018), o consumo da *Ilex* pode apresentar resultados positivos sob a melhora do sistema digestivo, efeito cardioprotetor e na redução do colesterol, função antiobesidade e antidiabética, por exemplo, podendo se dar na forma de infusões (chás, chimarrão e/ou tereré).

Motta *et al.* (2020) destacam que, devido à baixa toxicidade e alto efeito antioxidante do gênero *Ilex*, observa-se um aumento expressivo no desenvolvimento científico e tecnológico de formulações à base desse gênero, especialmente na indústria farmacêutica, na área de cosméticos e de produtos para a beleza. Tal fato pode ser justificado pela presença de compostos como taninos, flavonoides, cafeína, saponinas, teobromina, vitamina A e

vitamina C, tiamina, riboflavina e niacina em suas folhas e caules (Santos *et al.* 2022).

Estudos prévios já demonstraram potenciais efeitos antimicrobianos de extratos de *I. paraguariensis* contra cepas comumente relacionadas a patógenos alimentares e humanos - *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), *Escherichia coli* (*E. coli*) e *Salmonella listeria* (Paluch *et al.*, 2021; Martin *et al.*, 2013).

Paluch *et al.* (2021) observaram redução na formação de biofilmes de *E. coli* e *S. aureus* em função do emprego de extratos de *I. paraguariensis* como tratamento, demonstrando capacidade no controle da propagação desses micro-organismos, podendo assim ser utilizado futuramente em produtos para fins de higiene e saúde para fins antissépticos.

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021) destaca a importante colocação do Brasil no mercado de produção global da *I. paraguariensis*, já que o país corresponde ao maior produtor mundial. Somente no ano de 2020, mais de 953 mil toneladas foram produzidas nacionalmente, sendo os três estados da região sul os que corresponderam sozinhos a mais da metade do montante nacional.

Diante do exposto, o presente estudo teve por objetivo realizar uma prospecção tecnológica por meio da análise de registros de patentes de formulações que contenham em sua composição *I. paraguariensis* e que apresentem potenciais efeitos antimicrobianos registrados nos últimos 20 anos.

2 Metodologia

A pesquisa caracteriza-se como de natureza quantitativa e descritiva, sendo esta realizada a partir da busca de registros de patentes de formulações contendo *I. Paraguariensis* e que apresentem efeitos antimicrobianos, sendo esta realizada na base do Orbit Intelligence¹ em 24 de março de 2024.

A estratégia de busca utilizada para obtenção de resultados correspondeu à combinação dos termos “*Ilex Paraguariensis*” e “*Antimicrobial Action*”, combinados com o operador booleano “AND”, sendo que estes poderiam estar contidos nos campos título, resumo e descrição (em inglês: “Title”, “Keywords”, “Claims”). Ainda, dentro da estratégia de busca definida, foi utilizado o critério de busca por “Famílias de Patentes²”, a qual foi empregada para se

¹ Orbit Intelligence, atualmente, é uma das mais reconhecidas plataformas internacionais para busca e análise estratégica de informações contidas em patentes.

² Uma família de patentes é definida por um conjunto de patentes selecionadas em vários países para proteger uma única invenção. A abrangência e a composição de uma família de patentes dependem do tipo de ligação de prioridade, tipos de documentos de patentes e dos escritórios de patenteamento envolvidos. O FamPat é comparável à base International Patent Documentation (Inpadoc), mantida pelo European Patent Office (EPO), e à base Derwent World Patents Index (DWPI), de curadoria da Thomson Reuters. Ressalta-se que, a depender da base, os resultados da busca, tal como a definição de famílias de patentes, podem divergir.

refinar a pesquisa e ter uma visão fidedigna do estado da arte nesse campo do conhecimento.

A triagem inicial foi realizada por meio da leitura e da aplicação de uma ficha de avaliação de elegibilidade. Posteriormente, a elegibilidade foi então realizada por leitura do texto completo, quando foram confirmados os critérios de inclusão.

Os dados foram extraídos para análise descritiva da prospecção de patentes e foram obtidas informações relativas ao número da patente, à classificação internacional da patente, ao inventor, ao país depositante, ao ano de depósito, ao tipo de aplicação da patente e à descrição breve dos resultados de cada patente.

3 Resultados e Discussão

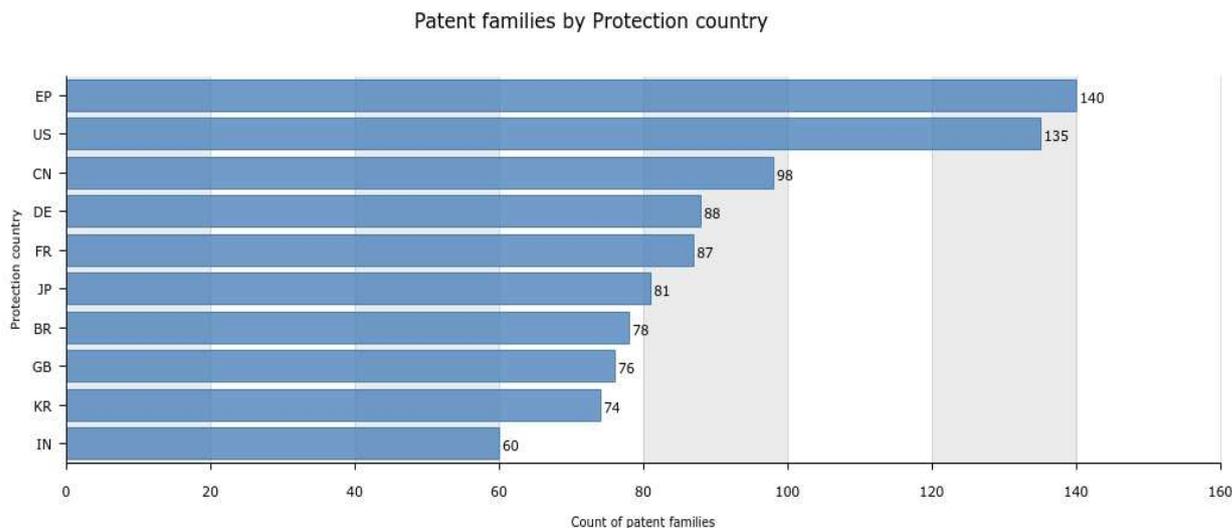
Foram identificados 233 registros de famílias de patentes na base de dados do *Orbit Questel*, sendo que o Escritório Europeu (EP) apresentou o maior número de depósitos (140 registros), seguido pelos Estados Unidos (US) com 135 patentes e da China (CN) com 98 patentes

depositadas no período analisado. O Brasil (BR) ocupou a sétima posição no *ranking*, com 78 registros, como mostra a Figura 1.

A Figura 2 mostra os depósitos de patentes dos últimos 20 anos por país em gráfico de distribuição.

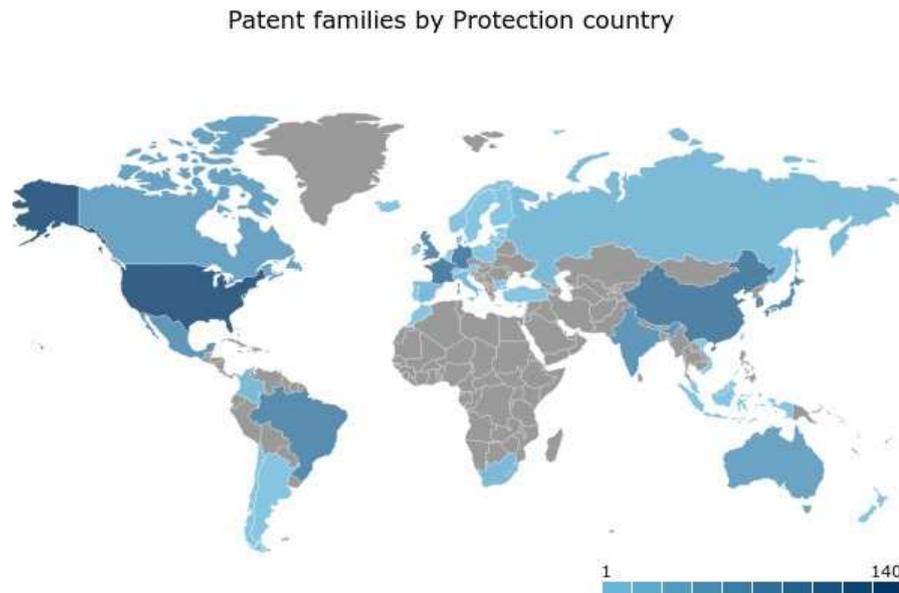
A Figura 3 ilustra a distribuição do depósito de patentes por ano sobre o tema estudado nos últimos 20 anos, na qual é possível observar que houve picos com maiores números de registros nos anos 2010, 2011, 2013, 2015, 2016 e 2020. Essa ascensão pode ser atribuída a vários fatores, incluindo o aumento da conscientização sobre os potenciais terapêuticos da *I. paraguariensis*, advindos por meio da maior produção científica na temática. É possível inferir também que esse crescente interesse e investimento na pesquisa e no desenvolvimento de produtos à base de *I. Paraguariensis* indica um campo promissor para futuras inovações e oportunidades de mercado, no entanto, é fundamental que pesquisadores e profissionais estejam atentos às dinâmicas em constante evolução, especialmente no que se relaciona ao campo de inovações tecnológicas, devendo este estar alinhado às regulamentações vigentes de sustentabilidade e responsabilidade ambiental e legal.

Figura 1 – Depósito de patentes por país dos últimos 20 anos – Top 10



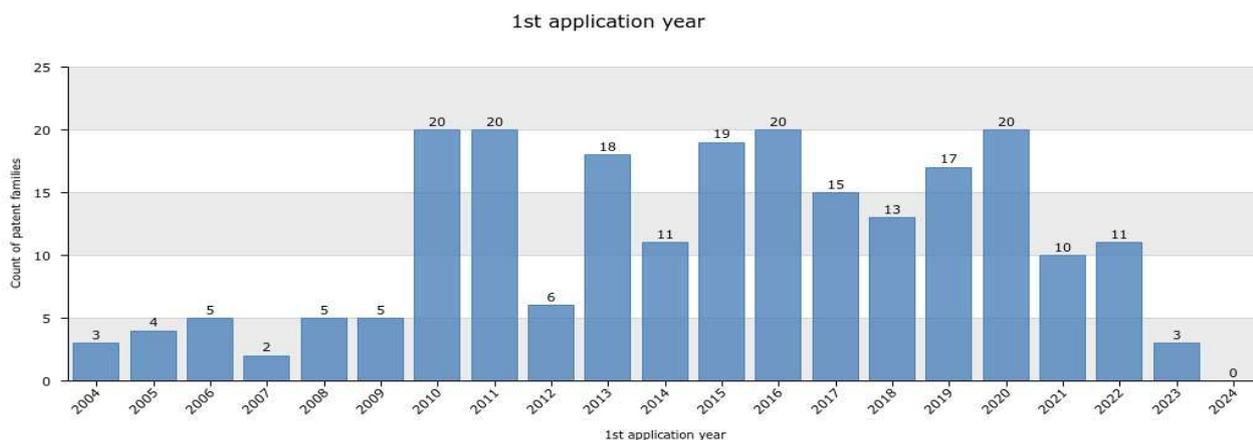
Fonte: Orbit Questel (2024)

Figura 2 – Mapa-múndi: Depósito de patentes por país nos últimos 20 anos



Fonte: Orbit Questel (2024)

Figura 3 – Depósito de patentes ao longo dos últimos 20 anos



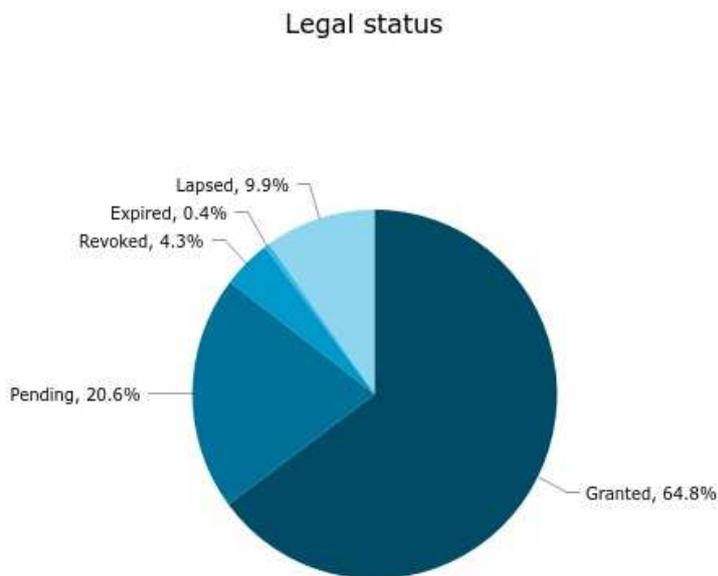
Fonte: Orbit Questel (2024)

A Figura 4 mostra que 64,8% das patentes encontrados estão com sua proteção ativa (“Granted”); 20,6% estão com a proteção pendente (“Pending”), provavelmente

foram motivo de oposição³ durante a fase de registro da patente; 9,9% perderam sua proteção (“Lapsed”); 4,3% foram revogadas por decisão administrativa ou judicial (“Revoked”); e 0,4% foram expiradas (“Expired”).

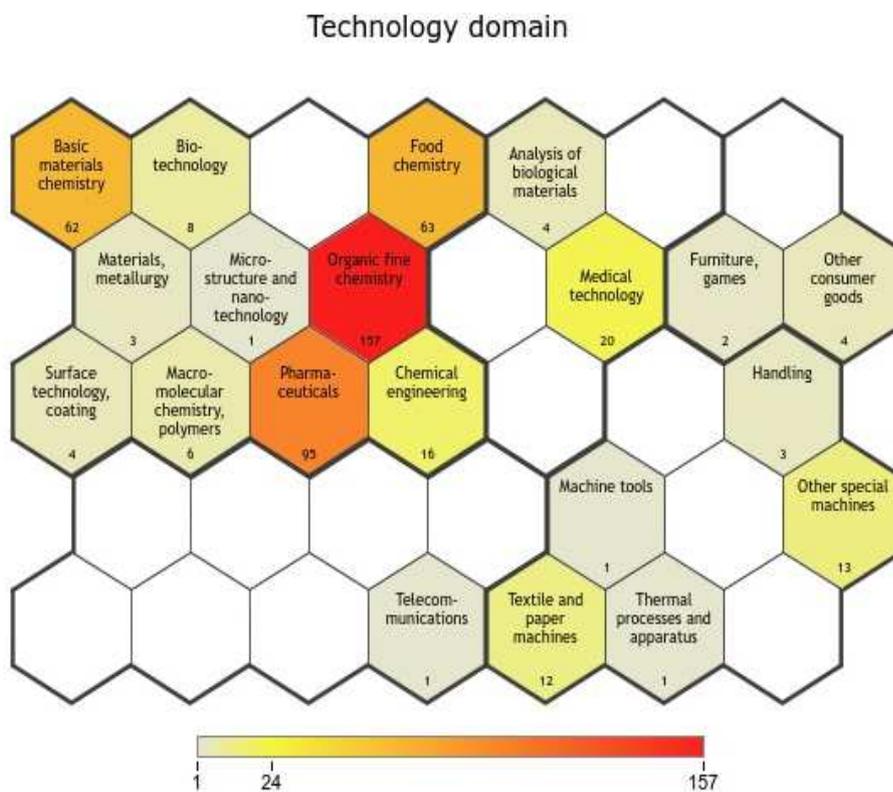
³ A oposição contra o pedido de registro de marca é a contestação de uma petição de inscrição de marca que já está em andamento em algum escritório regional de registro de patentes. A manifestação da oposição pode ser feita por qualquer pessoa física ou jurídica que possua argumentos legais contra a concessão do registro.

Figura 4 – Status legal das patentes encontradas dos últimos 20 anos



Fonte: Orbit Questel (2024)

Figura 5 – Domínio tecnológico das patentes encontradas nos últimos 20 anos



Fonte: Orbit Questel (2024)

Com relação aos proprietários das patentes, destaca-se a Symrise AG4 com 68 registros e a Sederma5 com 24. Outras empresas que aparecem listadas entre as 10 maiores detentoras de patentes são a Johnson e Johnson Consumer, a empresa Procter & Gamble, a empresa Chernango, Lipotec, Lubrizol Advanced Materials, Iceutica e a empresa Avon Products, como pode ser observado na Figura 6.

No que se refere aos termos de Domínio Tecnológico das patentes, é possível verificar que grande parte delas se encontra na área da química orgânica fina (n=157) e na área farmacêutica (n=95), conforme apresentado na Figura 5.

Sobre a Classificação Internacional de Patentes (CIP)⁶, conforme ilustra a Figura 7, entre os códigos mais citados

⁴A Symrise AG é uma empresa química alemã grande produtora de sabores e de fragrâncias com vendas de € 4,618 bilhões em 2022. Os principais concorrentes incluem Givaudan, Takasago International Corporation, International Flavors and Fragrances e Döhler. A Symrise AG é membro da European Flavor Association.

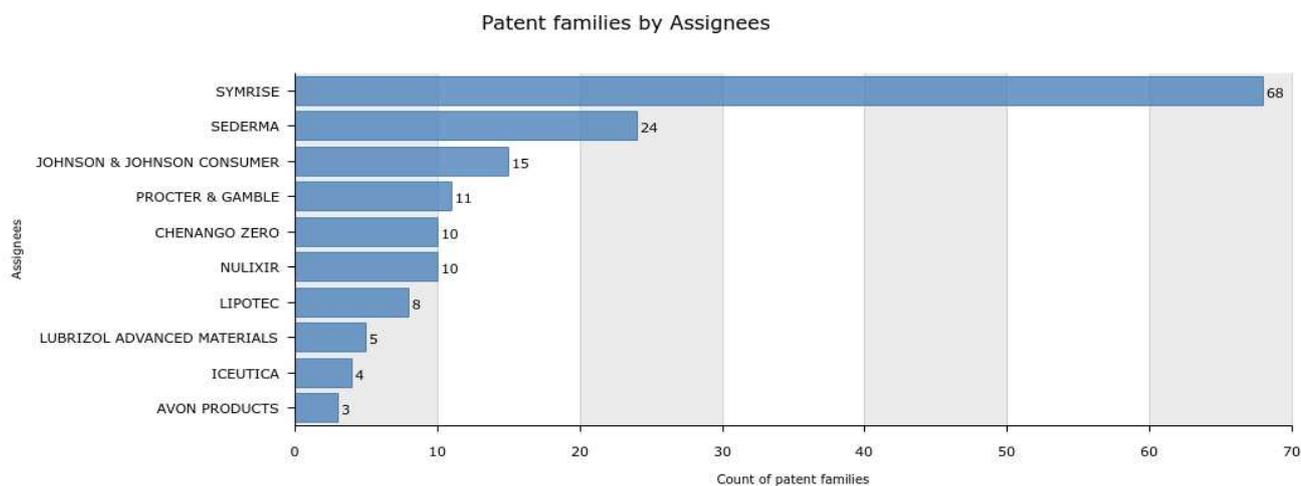
⁵Filial da empresa da Croda International Plc que é uma empresa britânica de especialidades químicas com sede em Snaith, Inglaterra.

⁶Todos os pedidos de patentes publicados são classificados na área tecnológica à qual pertencem. A Classificação Internacional de Patentes (CIP) tem como objetivo inicial o estabelecimento de uma ferramenta de busca eficaz para a recuperação de documentos

se destacam a A61Q-019/00 (Preparações para o cuidado da pele) com 2.921 ocorrências; A61Q-019/08 (Preparações antienvelhecimento) com 1.887 ocorrências; A61P-017/00 (Medicamentos para doenças dermatológicas) com 1.858 ocorrências; A61K-008/34 (Cosméticos ou produtos de higiene similares – Álcoois) com tantas 1.081 ocorrências; A61K-008/97 (Cosméticos ou produtos de higiene similares de algas, fungos, líquens e plantas; dos seus derivados) com 1.681 ocorrências; A61K-008/49 (Cosméticos ou produtos de higiene similares – que contenham compostos heterocíclicos) com 1.476 ocorrências.

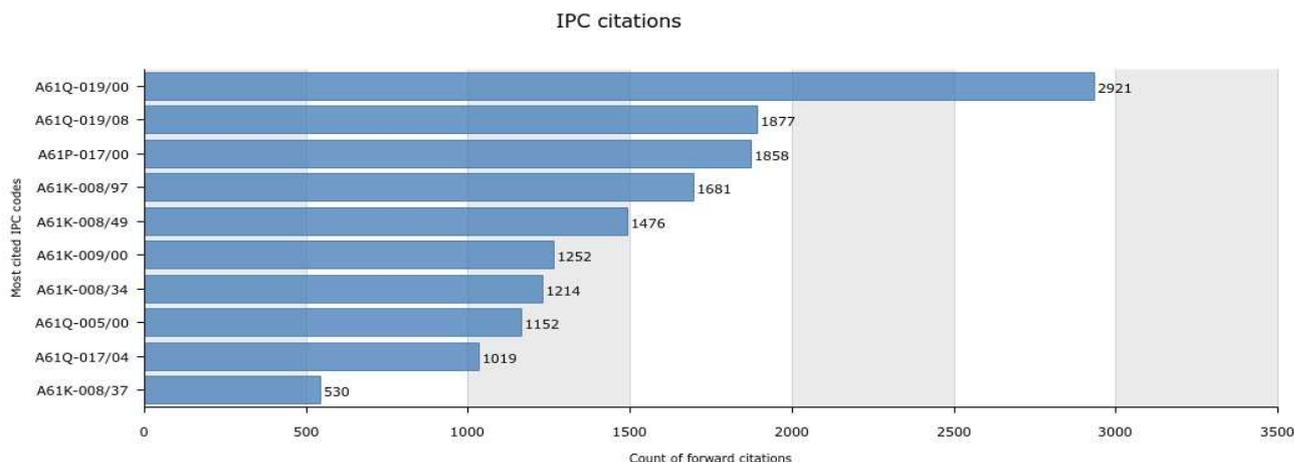
de patentes pelos escritórios de propriedade intelectual e demais usuários, a fim de estabelecer a novidade e avaliar a atividade inventiva de divulgações técnicas em pedidos de patente. Nessa seara, a CIP é o sistema de classificação internacional, criada a partir do Acordo de Estrasburgo (1971), cujas áreas tecnológicas são divididas nas classes de A a H. Dentro de cada classe, há subclasses, grupos principais e grupos, identificados por meio de um sistema hierárquico. Uma invenção pode receber mais de uma classificação ou quantas forem necessárias. Não havendo local específico na CIP para tal invento, é utilizado o que for mais específico.

Figura 6 – Proprietários de patentes depositadas nos últimos 20 anos



Fonte: Orbit Questel (2024)

Figura 7 – Códigos da Classificação Internacional de Patentes (CIP) dos registros encontrados



Fonte: Orbit Questel (2024)

No total de todas as famílias de patentes levantadas nesta prospecção, as que se destacaram foram as famílias inframencionadas como as mais citadas.

a) **EP3398585** (258 citações): composição dérmica externa para antienvelhecimento e método para produzir essa composição, sendo fornecido o uso de um ou mais membros selecionados do grupo que consiste em ácido L-ascórbico, um derivado de ácido L-ascórbico e um sal do mesmo como ingrediente(s) eficaz(s) em uma composição dérmica externa para antienvelhecimento, cuja composição ainda compreende um meio aquoso como material de base. O derivado do ácido L-ascórbico pode ser um derivado glicosil, acil ou fosforilado do ácido L-ascórbico. É ainda fornecido um método para produzir uma composição dérmica externa para antienvelhecimento ou um cuidado da pele compreendendo a composição dérmica externa. Destaca-se que a *Hayashibar* é a proprietária desta invenção.

b) **EP1915997** (203 citações): o objetivo dessa invenção é oferecer um novo agente para o crescimento do cabelo, que tenha excelentes efeitos no crescimento, mas sem efeitos secundários. O agente para crescimento capilar da presente invenção é caracterizado por compreender uma soja processada semimadura e/ou extratos de soja semimadura processada e pelo menos uma substância selecionada do grupo que consiste em um *Polygoni Multiflori Radix* processado, um *Polygoni Multiflori Radix* processado de extratos, um *Cynanchum bungei Decne* processado ou extratos processados de *Cynanchum bungei Decne*, de preferência compreendendo ainda semente de Longan e/ou extratos de semente de Longan como ingredientes ativos. Esse agente para o crescimento do cabelo não tem efeitos colaterais quando usado externamente ou internamente, mas pode melhorar notavelmente o crescimento do cabelo em um curto período de tempo; variando de 6 a 12 semanas, pode devolver o cabelo à sua cor normal (por exemplo,

de branco para preto) e pode melhorar o brilho do cabelo. São proprietários desta invenção os senhores Ken Hirano e Hadano Shi Kanagawa e a Prefeitura de Kanagawa.

c) **EP1702675** (197 citações): a invenção refere-se a microcápsulas e a um processo de microencapsulação contínua de microencapsulação água-em-óleo-em-água por meio da polimerização *in situ* e interfacial da emulsão. A formulação compreende uma fase aquosa contínua tendo uma dispersão de microcápsulas que contêm gotas de óleo e no interior de cada gota de fase oleosa – contendo opcionalmente materiais solúveis em óleo – há uma dispersão de água, ou extrato aquoso ou material dispersível em água ou solúvel em água. As gotas de óleo são encapsuladas com um material polimerizável de origem natural. Tais microcápsulas são apropriadas para processos de secagem por pulverização para serem utilizadas como pó seco, pó liofilizado, autoemulsionável, gel, creme e qualquer forma líquida. Os compostos ativos incluídos nas microcápsulas são benéficos à saúde e a outros fins biológicos. Tais formulações são adequadas para serem incorporadas em qualquer classe de alimentos, principalmente para a produção de nutracêuticos, bem como em produtos cosméticos (como cremes rejuvenescedores, cremes antirrugas, géis, consumíveis de banho e ducha e *sprays*). As preparações são adequadas para estabilizar compostos adicionados a alimentos, meios de cultivo de micróbios e nutracêuticos, especialmente aqueles que são facilmente degradáveis ou oxidáveis. Esta invenção é de propriedade da Gat Microencapsulação.

d) **EP3356356** (188 citações): a presente divulgação refere-se a compostos úteis como agentes de resfriamento. Em algumas modalidades, os compostos são moduladores de Gene TRPM8 (“*Transient Receptor Potential Cation Channel Subfamily M Member*” 8). Algumas modalidades incluem compostos, composições ingeríveis, produtos de

cuidados pessoais e composições farmacêuticas, em seu uso e preparação. Em particular, algumas modalidades referem-se a compostos específicos de acetamida substituída por pirazolil e tiofenil. A proprietária desta invenção é a *DSM Firmenich*.

e) **EP2588091** (127 citações): essa invenção fornece uma solução para um ativo de cuidados de saúde com fins estéticos, os quais contêm filamentos de um material de estrutura principal, um ativo para cuidados de saúde e, opcionalmente, agentes estéticos, auxiliares de extensão, plastificantes e agentes de reticulação, sua proprietária é a *Procter & Gamble*.

f) **US20080107679** (125 citações): as composições citadas se destinam aos cuidados com a pele aqui divulgadas e incluem, no mínimo, quantidades seguras e eficazes de pelo menos um agente de redução de rugas, que é um hexapeptídeo, e um complexo esfoliante natural. As composições para cuidados com a pele proporcionam esfoliação natural da pele, reduzem linhas finas e rugas e melhoram a elasticidade e a firmeza da pele. Essa patente é de propriedade da *Guthy Renker*.

g) **EP1841405** (118 citações): essa invenção proporciona uma composição cosmética ou dermofarmacêutica contendo um extrato de *Euglena*, sua utilização serve para ativar o metabolismo celular e em particular para proteger e/ou melhorar o estado da pele e reduzir os sinais de envelhecimento, em particular, e/ou fadiga cutânea, essa invenção é de propriedade da *Sederma*.

h) **EP2593079** (106 citações): a presente invenção se refere ao uso cosmético, dermatológico ou farmacêutico (terapêutico) de compostos de fórmula (I), ou de um sal cosmeticamente aceitável de um composto de fórmula (I), ou de uma mistura contendo dois ou mais desses compostos ou os seus sais, em que R1 denota hidrogênio ou um radical orgânico com 1 a 14 átomos de carbono, R2 denota um radical orgânico com 1 a 14 átomos de carbono e em que, opcionalmente, R1 e R2 estão ligados covalentemente um ao outro, preferencialmente de modo que um anel de 3 a 8 membros seja formado, para clareamento da pele e/ou cabelos. A invenção refere-se ainda a composições e preparações (composições) cosméticas, dermatológicas ou farmacêuticas, compreendendo um ou mais compostos de fórmula (I) adequados para clarear a pele e/ou cabelo humano e métodos correspondentes. A invenção refere-se também a compostos de fórmula (I) como medicamentos, a sua utilização serve para a preparação de uma composição farmacêutica para clarear a pele e/ou cabelo humano e para certos novos compostos de fórmula (I). É de propriedade da *Symrise*.

i) **US8557306** (98 citações): tal invenção traz uma formulação natural de compostos que modulam a inflamação. A formulação também inibiria a expressão de COX-2, inibiria seletivamente a síntese de prostaglandinas

em células-alvo e inibiria seletivamente a resposta inflamatória em células-alvo. As composições contêm pelo menos uma fração isolada ou derivada de lúpulo. Outras modalidades referem-se a combinações de componentes, incluindo pelo menos uma fração isolada ou derivada de lúpulo, triptantrina e seus conjugados, alecrim, um extrato ou composto derivado de alecrim, uma espécie de triterpeno ou uma lactona diterpênica ou derivados ou conjugados destes. É de propriedade da *Metaproteomics*.

j) **US20170087199** (95 citações): são divulgadas neste documento composições que compreendem combinações de um ou mais agentes de resfriamento com agentes de resfriamento adicionais, ingredientes de medicamentos inativos, aditivos alimentares, antimicrobianos, corticosteroides, compostos conhecidos por serem usados na produção de produtos para casa, cuidados pessoais e produtos para cuidados com animais de estimação, e materiais fumáveis. São ainda divulgados alimentos, medicamentos, produtos para cuidados pessoais, produtos para o lar, produtos para cuidados com animais de estimação, composições de aquecimento, suplementos probióticos e artigos para fumar produzidos pela incorporação das combinações divulgadas, sendo sua propriedade da *Senomyx*.

k) **EP3310392** (93 citações): a presente divulgação refere-se amplamente a composições à base de petrolato como matriz de suspensão para os ingredientes ativos. A divulgação também se refere a processos para formar emulsões estáveis de ingredientes ativos em petrolato. Sua propriedade é da *Global Health Solutions*.

l) **EP2593077** (91 citações): a presente invenção se refere ao uso cosmético, dermatológico ou terapêutico de certos compostos de ciclohexilcarbamato de fórmula (I) apresentados a seguir, preferencialmente como ativos clareadores de pele e/ou de cabelo. A invenção está relacionada ainda a composições e a produtos cosméticos, dermatológicos ou terapêuticos, compreendendo um ou mais compostos de fórmula adequados para clarear a pele e/ou cabelo humano e métodos correspondentes. Sua proprietária é a *Symrise*.

m) **EP2550391** (86 citações): essa invenção trata de processos de tratamento de materiais têxteis, contendo microcápsulas de princípios ativos, das fibras e/ou materiais têxteis resultantes desse processo e da sua utilização cosmética ou farmacêutica e/ou da sua utilização como repelente, sendo sua propriedade da *Lipotech*.

n) **EP2970382** (85 citações): a invenção fornece composições para estimular a formação de um ou mais componentes da matriz extracelular que contém um derivado de lipoaminoácido do tripéptido carnosina, como N-Octanoil Carnosina. Também são fornecidas composições contendo N-Octanoil Carnosina em combinação com tripeptídeos e/ou tetrapeptídeos selecionados, bem como

composições farmacêuticas e/ou cosméticas contendo tais composições. A invenção fornece ainda métodos de utilização das composições e composições da invenção para tratar, aliviar e/ou melhorar um sintoma, condição, distúrbio ou doença da pele ou mucosa, em que o sintoma, condição, distúrbio ou doença está associado com alterações nos componentes da matriz extracelular. Sua propriedade é da *Anteis*.

o) **US8110230** (85 citações): composições fitocêuticas para a prevenção e tratamento de distúrbios circulatórios, distúrbios endócrinos femininos e distúrbios dérmicos. É ensinada uma combinação específica de extratos de plantas, bem como princípios para variar as formulações com base na categorização das plantas em um dos três grupos, Energia, Biointeligência e Organização e na seleção de várias plantas de cada grupo. Tais combinações têm efeitos sinérgicos e efeitos colaterais mínimos. Sendo sua propriedade de Olalde Rangel Jose Angel.

p) **EP2421511** (79 citações): de propriedade da Iceutica e da Atsutica Ltda., a invenção se refere a métodos para produzir pós de nanopartículas e de micropartículas de um material biologicamente ativo que possui propriedades melhoradas de manuseio de pó, tornando os pós adequados para uso comercial, usando processos de moagem a seco, bem como composições compreendendo tais materiais, medicamentos produzidos usando os referidos materiais biologicamente ativos em forma particulada e/ou composições, e a métodos de tratamento de um animal, incluindo o homem, utilizando uma quantidade terapêuticamente eficaz dos referidos materiais biologicamente ativos administrados por meio dos referidos medicamentos.

q) **EP2988723** (77 citações): de propriedade da Anteis, essa invenção fornece composições tópicas estáveis e não irritantes incluindo pelo menos Vitamina C, Vitamina E e um antioxidante polifenol. Tais composições podem ser utilizadas para facilitar a prevenção ou o tratamento de danos na pele relacionados com oxigênio livre, azoto e/ou outros radicais livres. Também são fornecidos métodos para modificar os danos causados pelos radicais livres na pele, por meio da administração de tais composições em uma quantidade suficiente para tratar e/ou prevenir os danos causados pelos radicais livres na pele.

r) **EP3035946** (76 citações): a invenção refere-se a um produto para pelo menos um uso medicinal, cosmético, corante ou dermatológico. O produto compreende um produto vegetal fibroso e um extrato vegetal que é aplicado a ele. Além disso, a invenção refere-se a um método correspondente para a produção do referido produto e à sua utilização em pelo menos um entre produtos, aplicações ou tratamentos medicinais, cosméticos, corantes ou dermatológicos. As plantas utilizadas podem ser todas as plantas compreendendo uma ou mais substâncias de

interesse para alcançar um efeito medicinal, cosmético, corante ou dermatológico desejado. Tem como proprietário a *SWM Luxembourg*.

s) **US20160376263** (76 citações): de propriedade da *Senomyx*, a invenção inclui compostos e composições conhecidas por modificarem a percepção do sabor amargo e combinações das referidas composições e compostos com composições, compostos e produtos adicionais. Composições exemplificativas compreendem um ou mais dos seguintes: agentes refrigerantes; ingredientes de medicamentos inativos; Ingredientes farmacêuticos ativos; aditivos alimentares ou produtos alimentares; aromatizantes ou intensificadores de sabor; produtos alimentares ou bebidas; compostos amargos; adoçantes; amargos; aromatizantes ácidos; aromatizantes salgados; aromatizantes umami; produtos vegetais ou animais; compostos conhecidos por serem usados em produtos para cuidados com animais de estimação; compostos conhecidos por serem utilizados em produtos de cuidados pessoais; compostos conhecidos por serem usados em produtos domésticos; preparações farmacêuticas; preparações tópicas; produtos derivados ou relacionados à *cannabis*; compostos conhecidos por serem utilizados em produtos de higiene bucal; bebidas; aromas, perfumes ou desodorantes; compostos conhecidos por serem utilizados em produtos de consumo; compostos de silicone; abrasivos; surfactantes; agentes de aquecimento; artigos para fumar; gorduras, óleos ou emulsões; e/ou bactérias ou suplementos probióticos.

t) **EP1776161** (73 citações): a invenção, de propriedade da Sederma, refere-se ao uso tópico de pelo menos um indutor de UGT para a preparação de uma composição cosmética ou dermofarmacêutica, compreendendo um carreador dermatologicamente aceitável para proteger e/ou melhorar o estado da pele e prevenir e/ou tratar imperfeições da pele.

4 Considerações Finais

Avaliando a produção de patentes, nota-se que o Escritório Europeu lidera a lista de países com maior número de patentes depositadas, seguido dos Estados Unidos e China. O Brasil ocupa a 7ª posição no *ranking* mundial.

Parte das patentes localizadas está na grande área de química orgânica fina, especialmente pelo fato de a maioria dos registros encontrados ser relacionada a cosméticos com ação antienvhecimento, crescimento capilar, cuidados com a pele, atividade antioxidante, efeito de resfriamento, conservação, modulação de inflamação e microencapsulação.

Cabe destacar que, em relação a patentes com ação antimicrobiana, percebe-se que ficou estável durante anos e

começou a aumentar a partir do ano de 2020, devido a um interesse positivo na área de cosméticos e à maior produção de estudos que evidenciem seus potenciais efeitos que podem ser empregados em diferentes mercados e setores da indústria, inclusive na área médica e na área alimentícia.

5 Perspectivas Futuras

A pesquisa e o desenvolvimento envolvendo cosméticos e outros produtos à base de *Ilex* apresenta uma expansão iminente, visto sua grande disponibilidade em diversos países e seus efeitos de interesse para as diferentes áreas de estudo, o que pode ser observado pelo aumento no número de registros de patentes nos últimos anos.

É ainda importante destacar que a colaboração interdisciplinar de pesquisadores pode proporcionar uma melhor especificidade no desenvolvimento de formulações, trazendo melhorias significativas aos produtos, apresentando uma maior segurança ao usuário e melhorando o aspecto inovador. Pesquisas futuras focadas no potencial antimicrobiano da erva-mate devem ser realizadas de forma a aumentar a disponibilidade de evidências científicas na temática.

Referências

- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Série histórica – Erva-mate (cultivo) – Valor da produção**. 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/erva-mate-cultivo/br>. Acesso em: 11 mar. 2025.
- KANJ, S. S. *et al.* Clinical data from studies involving novel antibiotics to treat multidrug-resistant Gram-negative bacterial infections. **International Journal of Antimicrobial Agents**, [s.l.], p. 106633, jul. 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924857922001455?via%3Dihub>. Acesso em: 3 abr. 2024.
- KUJAWSKA, M. *et al.* Yerba Mate (*Ilex paraguariensis*) Beverage: nutraceutical ingredient or conveyor for the intake of medicinal plants? evidence from paraguay folk medicine. **Evidence-Based Complementary And Alternative Medicine**, [s.l.], v. 2018, p. 1-17, 2018. (Hindawi Limited). DOI: <http://dx.doi.org/10.1155/2018/6849317>. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5872613/>. Acesso em: 29 mar. 2024.
- LUGO-ZAMUDIO, G. E.; CUREÑO-DÍAZ, M. A. A resistência antimicrobiana, uma ameaça em três dimensões. **Saúde Pública do México**, [s.l.], v. 65, n. 4, p. 323-324, jul.-ago. 2023. Disponível em: <https://www.saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/15141>. Acesso em: 2 abr. 2024.
- MARTIN, J. G. P. *et al.* Antimicrobial activity of yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) against food pathogens. **Revista Argentina de Microbiología**, [s.l.], v. 45, n. 2, p. 93-98, 2013. (Elsevier BV). DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/s0325-7541\(13\)70006-3](http://dx.doi.org/10.1016/s0325-7541(13)70006-3). Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0325754113700063?via%3Dihub>. Acesso em: 28 mar. 2024.
- MOTTA, A. C. V. *et al.* Elemental composition of yerba mate (*Ilex paraguariensis* A.St.-Hil.) under low input systems of southern Brazil. **Science Of The Total Environment**, [s.l.], v. 736, p. 139637, set. 2020. (Elsevier BV). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139637>. Acesso em: 12 abr. 2024.
- OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Relatório sinaliza aumento da resistência a antibióticos em infecções bacterianas em humanos – OPAS/OMS**. Em 9 de dezembro de 2022. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/noticias/9-12-2022-relatorio-sinaliza-aumento-da-resistencia-antibioticos-em-infecoes-bacterianas>. Acesso em: 3 abr. 2024.
- ORBIT QUESTEL. **Página de busca**. 2024. Disponível em: <https://www.orbit.com/>. Acesso em: 3 abr. 2024.
- PALUCH, E. *et al.* Composition and Antimicrobial Activity of *Ilex* Leaves Water Extracts. **Molecules**, [s.l.], v. 26, n. 24, p. 7442, 8 dez. 2021. (MDPI AG). DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/molecules26247442>. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8707412/>. Acesso em: 30 mar. 2024.
- PARANÁ. (Governo do Estado). **Prognóstico Agropecuário: erva-mate 2021-2022**. Curitiba, PR: Departamento de Economia Rural, Governo do Estado do Paraná, 2021. v. 13, n. 39. Disponível em: https://www.agricultura.pr.gov.br/sites/default/arquivos_restritos/files/documento/2022-01/erva-mate.pdf. Acesso em: 1º abr. 2024.
- SANTOS, D. *et al.* What is the role of phenolic compounds of yerba mate (*Ilex paraguariensis*) in gut microbiota? **Phytochemistry**, [s.l.], v. 203, p. 113341, nov. 2022. (Elsevier BV). DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.phytochem.2022.113341>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0031942222002576?via%3Dihub>. Acesso em: 2 abr. 2024.

Sobre os Autores

Fernando Sluchensci dos Santos

E-mail: fernandosluchensci@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7114-5264>

Graduado em Fisioterapia e Mestre em Nanociências e Biociências pela Universidade Estadual do Centro-Oeste em 2023.

Endereço profissional: Rua Alameda Élio Antonio Dalla Vecchia, n. 838, Vila Carli, Guarapuava, PR. CEP: 85015-430.

Isaac Pereira Cravalheiro

E-mail: icravalheiro@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7699-4126>

Bacharel em Farmácia pela Universidade Estadual do Centro-Oeste em 2020.

Endereço profissional: Rua Alameda Élio Antonio Dalla Vecchia, n. 838, Vila Carli, Guarapuava, PR. CEP: 85015-430.

Kelby Cavalheiro de Mendonça

E-mail: kelby1981@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5687-7034>

Bacharel em Direito pela Faculdade Dom Pedro II em 2009.

Endereço profissional: Rua Alameda Élio Antonio Dalla Vecchia, n. 838, Vila Carli, Guarapuava, PR. CEP: 85015-430.

Juliana Sartori Bonini

E-mail: juliana.bonini@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5144-2253>

Pós-Doutora em Medicina pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (em 2008. Coordenadora do ponto focal do PROFNIT, Universidade Estadual do Centro-Oeste.

Endereço profissional: Rua Alameda Élio Antonio Dalla Vecchia, n. 838, Vila Carli, Guarapuava, PR. CEP: 85015-430.

Estudo Prospectivo Tecnológico de Produtos Capilares Sólidos Correlacionados ao Mercado da Cosmetologia Verde e Sustentável

Technological Prospective Study of solid hair products correlated to the green and sustainable cosmetology market

Rafael Miranda Carvalho dos Reis¹, Lucas Bomfim Bolzon¹, Joicy Santamalvina dos Santos¹, Neila de Paula Pereira¹

¹Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, Brasil

Resumo

Este estudo revisou a patenteabilidade de cosméticos capilares sólidos com base na Classificação Internacional de Patentes (CIP). Foram utilizadas as ferramentas Orbit Intelligence® e a base do INPI para a busca de patentes, abrangendo os períodos de 1996 a 2020 e de 1999 a 2018, respectivamente. No Orbit, foram identificadas 179 famílias de patentes, principalmente da França, Escritório Europeu e Estados Unidos, com a L'Oréal liderando com 52 famílias. No INPI, foram encontradas cinco patentes de xampus e condicionadores sólidos. Embora *startups* e indústrias estejam interessadas no setor e os consumidores apresentem crescente satisfação com produtos capilares sólidos, a escassez de patentes reflete a necessidade de mudança no uso de formulações capilares líquidas ou semissólidas. Além do desempenho, praticidade e custo-benefício, xampus e condicionadores sólidos oferecem vantagens sustentáveis, como o uso de insumos naturais e embalagens biodegradáveis, alinhando-se à inovação no mercado de cosméticos.

Palavras-chave: Cosmetologia; Prospecção; Inovação.

Áreas Tecnológicas: Desenvolvimento de Cosméticos. Indústria Sustentável.

Abstract

This study reviewed the patentability of solid hair cosmetics based on the International Patent Classification. The Orbit Intelligence® tool and the INPI database were used to search for patents, covering the periods from 1996 to 2020 and from 1999 to 2018, respectively. Orbit identified 179 patent families, primarily from France, the European Patent Office, and the United States, with L'Oréal leading with 52 families. The INPI database found five patents for solid shampoos and conditioners. Although startups and industries show interest in the sector, and consumers demonstrate growing satisfaction with solid hair products, the scarcity of patents highlights the need for a shift away from traditional liquid or semi-solid hair formulations. In addition to performance, practicality, and cost-effectiveness, solid shampoos and conditioners offer sustainable advantages, such as the use of natural ingredients and biodegradable packaging, aligning with innovation in the cosmetics market.

Keywords: Cosmetology; Prospecting; Innovation.



1 Introdução

Segundo Panorama divulgado pela Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (ABIHPEC, 2024), o mercado nacional para esse setor se destaca como o quarto maior do mundo em termos de consumo. O Brasil também ocupa a segunda posição mundial em lançamentos de novos produtos de beleza. Por exemplo, entre 2022 e 2023, o Brasil apresentou um crescimento de 3,9%, e o número de empresas do ramo também acompanhou a mesma ascensão. Além disso, o relatório da ABIHPEC aponta ainda que esse setor gera cerca de 5,6 milhões de oportunidades de trabalho para os brasileiros, número que também aumentou durante o biênio analisado, indicando o aquecimento do setor, bem como fortalecendo a economia no âmbito regional e nacional. De acordo com um relatório da McKinsey, a expectativa é de que o setor atinja um faturamento global de US\$ 580 bilhões até 2027 (McKinsey Institute, 2023).

Etimologicamente, a palavra cosmético vem do grego *kosmetikós* e significa próprio para ornar, embelezar. Com o decorrer do tempo, novas distinções foram aparecendo, como: cosméticos de grau 1 e 2, cosmeceúticos, nutricosméticos, biocosméticos, entre outras. Tais variedades de produtos surgem a partir das tendências e da necessidade do mercado, tanto com relação à evolução de processos da própria cadeia de produção como com relação à exigência requerida pelo seu consumidor final. A proposta é alcançada por meio da descoberta de novas tecnologias e do aprimoramento dos processos de preparo. Isso inclui a utilização de insumos inovadores, a exploração de diferentes formas de aplicação e de formulação, além da adaptação às regulamentações sanitárias emergentes no setor. Essa abordagem integrada tem como propósito não apenas a melhoria da qualidade dos produtos, mas também a conformidade com as exigências legais, garantindo segurança e eficácia para os consumidores. Nesse contexto, a descoberta de novos compostos com propriedades bioativas e o aprimoramento dos sistemas de formulações especiais evoluem para tornar os produtos cada vez mais estáveis e eficientes, expandindo o significado da palavra para outras propostas de aplicações (Fishman, 2009; Trevisan, 2011; Ribeiro, 2010).

Seguindo essa perspectiva, os produtos capilares desempenham um papel importante na saúde e na estética do cabelo, não somente removendo resíduos e impurezas, outrora idealizados, mas também revitalizando e aprimorando sua estrutura, garantindo aos consumidores os mais variados tipos de produtos, para os mais diversos tipos de interesse de atuação. Entre eles, mais recentemente, surgiram os xampus e condicionadores na formulação sólida (Perfitt; Carimbocas, 2017), como barras, bastões ou pós, que apresentam inúmeras vantagens adicionais em relação aos tradicionais, entre as quais, se destacam: I) praticidade

no transporte pelos consumidores; II) longa duração de uso devido à maior estabilidade microbiológica, perante as formulações existentes; III) menor ou nenhuma quantidade de água necessária para fabricação. É importante ressaltar que, na maioria dos produtos cosméticos, a quantidade de água representa mais de 65% do volume total da fórmula. Por exemplo, os condicionadores possuem de 60 a 80% de água, ao passo que um shampoo pode conter até 95%. Assim, os produtos sólidos, por outro lado, poderiam diminuir ou até mesmo eliminar a água da fórmula, reduzindo também a quantidade de conservantes (Gubitosa *et al.*, 2019; Brito; Ferreira; Santos, 2023).

Além disso, os produtos sólidos não apenas promovem economia de água, conforme mencionado, mas também contribuem significativamente para a redução do consumo de plástico, devido à ausência de embalagens plásticas na entrega dos produtos. Esses materiais são alguns dos principais itens que contribuem para as emissões globais de gases com efeito estufa, e a liberação desses gases ocorre em todas as fases do ciclo de vida do plástico. Apesar da ampla utilização de plásticos, a sua reutilização e reciclagem são muito baixas. Cerca de 25,8 milhões de toneladas de resíduos plásticos são gerados anualmente na Europa. Menos de 30% desses resíduos são recolhidos para reciclagem, enquanto 31% e 39% são para aterro e incineração, respectivamente. Quando se trata de embalagens cosméticas, a reciclagem é muitas vezes impraticável devido à presença de produtos “gordurosos”, que são difíceis de remover por meio de processos simples de lavagem (Cinelli *et al.*, 2019; Shen *et al.*, 2020). Sendo assim, a popularidade dos cosméticos sólidos tende a crescer devido à sua conveniência e apelo sustentável, atraindo consumidores preocupados com a redução de embalagens plásticas e com o impacto ambiental dos produtos de cuidados pessoais (Brito; Ferreira; Santos, 2023).

No *ranking* de valor e inovação do Monitor “Valor Econômico”, que avalia as empresas mais inovadoras do Brasil, destacam-se duas empresas brasileiras de cosméticos: Natura, em sexto lugar, e O Boticário, em oitavo (Balloussier, 2023). Ambas as empresas possuem iniciativas para desenvolvimento de produtos capilares sólidos. A Natura oferece a linha Biôme, composta de produtos em barra veganos, sem plástico, feitos com materiais 100% reciclados pós-consumo, compostáveis, ingredientes naturais e sem testes em animais. Por sua vez, O Boticário integra à sua linha Nativa SPA produtos capilares sólidos com fórmula biodegradável e embalagens contendo 30% de papel reciclado (Natura, 2024; O Boticário, 2024a; O Boticário, 2024b). Portanto, inseridas no contexto da sexta onda de inovação tecnológica, que prioriza a sustentabilidade e o uso consciente de recursos, essas iniciativas não apenas impulsionam o desenvolvimento de novas fórmulas cosméticas, mas também redefinem os padrões da indústria (PUC-PR, 2023).

O presente estudo teve como objetivo elaborar um estudo prospectivo e investigar a evolução dos produtos capilares na forma sólida. Para o alcance desse objetivo, foi empregado o método de mapeamento patentário. A análise contou com a identificação dos principais países depositantes, bem como os principais titulares de patentes, visando delimitar e identificar os centros de atividade e inovação. O *status* legal das patentes também foi analisado, a fim de identificar aquelas que ainda estão em período de proteção. Além disso, foram examinados os vieses de inovação dos produtos descritos na literatura patentária e não patentária. Outrossim, o presente estudo buscou mostrar o potencial de adesão das formulações capilares sólidas à cosmetologia verde e sustentável alinhada às tendências do mercado atual.

2 Metodologia

A busca patentária utilizou como fonte, o banco de dados Questel, utilizando a plataforma Orbit Intelligence® (Orbit, v1.9.8). Esse banco de dados tem a vantagem de disponibilizar documentos em mais de 90 países. É importante destacar que os documentos analisados correspondem a patentes publicadas após o período de sigilo, em geral, 18 meses anteriores à data da busca, que ocorreu em 16 de junho de 2024. A pesquisa também utilizou a ferramenta de busca de patentes do INPI para identificar os depósitos de patentes no Brasil. Não foi aplicado filtro para restringir o período das patentes, resultando na recuperação de documentos desde 1996 até 2020 no Orbit, e 1999 a 2018 na base do INPI.

Nessa perspectiva, para recuperar os dados das patentes na base de pesquisa, adotou-se uma estratégia que consistiu em utilizar códigos da Classificação Cooperativa de Patentes (CCP) e palavras-chave. As descrições dos códigos estão apresentadas na Tabela 1, enquanto os códigos aparecem combinados na Tabela 2.

Com o intuito de reaver patentes de cosméticos sólidos para cabelos, foi adotada uma estratégia de busca em duas fases. Na primeira fase, foi usado o termo “cosmetic*” combinado com palavras-chave que descrevem cosméticos sólidos como “solid “;”bar “;”waterless “, e “waterfree “, juntamente com códigos de classificação específicos para cosméticos e cuidados capilares. Na segunda etapa, em vez

desses termos descritivos, foi empregado um código de classificação específico para formas sólidas de cosméticos. Os resultados de ambas as buscas estão apresentados na Tabela 2. Em seguida, os dois conjuntos de patentes foram unificados em uma única busca. Essa estratégia foi adotada para otimizar a recuperação de patentes relevantes ao tema do estudo.

Por fim, a partir do resultado encontrado, foi gerada uma planilha eletrônica com as informações das patentes recuperadas para leitura em Excel. O primeiro passo foi colocar as células em ordem alfabética para que os documentos duplicados ficassem juntos. Em seguida, as cópias duplicadas foram excluídas. Os documentos restantes foram lidos em título, resumo e reivindicações, a fim de fazer uma primeira seleção das patentes. As patentes que não se enquadram nas palavras-chave do estudo foram excluídas. Por último, os documentos remanescentes foram lidos detalhadamente, a fim de compor o levantamento de patentes relevantes descrito nos resultados.

Tabela 1 – Descrição dos códigos de Classificação Cooperativa de Patente (CCP) utilizados

CÓDIGO	CLASSIFICAÇÃO
A61Q	Produtos cosméticos
A61K 8/00	Cosméticos ou preparações similares para higiene pessoal
A61Q5/00	Preparativos para cuidar do cabelo
A61K-008/02/29	Cosméticos em formas sólidas ou semissólidas

Fonte: European Patent Office (2024)

3 Resultados e Discussão

Após o tratamento das patentes, foram obtidos 179 documentos e, em seguida, lidos em título, resumo e reivindicação para a seleção das patentes.

Na ferramenta de busca do INPI, foram recuperados cinco documentos de patentes, entre eles, produtos em formulações de xampu e condicionador. Alguns desses documentos estão descritos no Quadro 1 (levantamento patentário).

Tabela 2 – Escopo do estudo, termos utilizados na busca e número de resultados obtidos

CONJUNTOS	CÓDIGOS E/OU PALAVRAS-CHAVE					FAMÍLIA DE PATENTES
	COSMETIC*	SOLID OR BAR OR WATERLESS OR WATERFREE	A61Q OR A61K 8/00	A61K-008/02/29	A61Q5/00	
A	x	x	x		x	169
B	x		x	x	x	10

Nota: A = Busca realizada com o termo “cosmetic*” combinado aos termos “solid OR bar OR waterless OR waterfree” e aos códigos de classificação de patentes A61Q OR A61K 8/00 AND A61K 05/00; B = Busca realizada com o termo “cosmetic*” combinado aos códigos de classificação de patentes A61Q OR A61K 8/00 AND A61K 8/02/29 AND A61K 05/00.

Fonte: Adaptada de Quintella (2018)

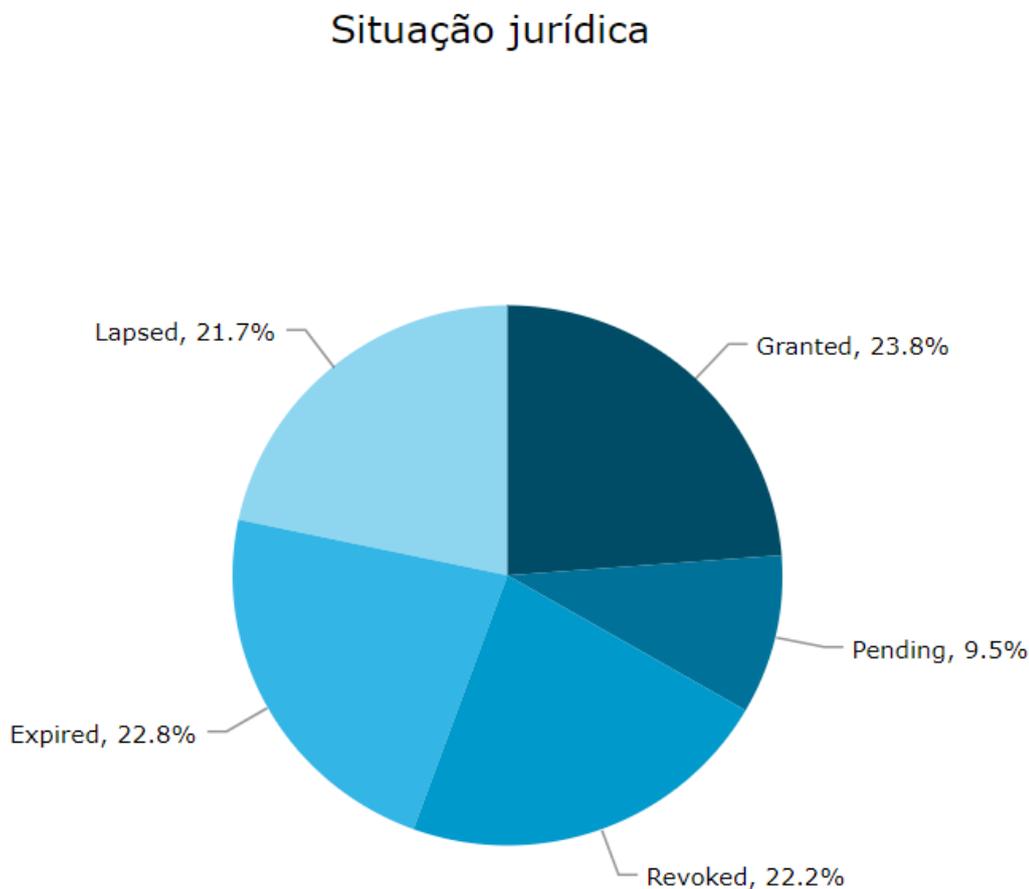
3.1 Status Legal das Famílias de Patentes

Conforme disposto na Figura 1, nota-se que 23,80% dessas patentes estão concedidas (*granted*). No entanto, observa-se que 21,7% das patentes já estão expiradas (*lapsed*), indicando que os titulares não mantiveram as taxas anuais necessárias para a continuidade da proteção. Adicionalmente, 22,80% das patentes analisadas estão

vencidas (*expired*), significando que o período de vigência legal terminou sem possibilidade de renovação.

Outra informação é a de que 22,20% das patentes foram revogadas (*revoked*), o que pode ocorrer por várias razões, incluindo decisões judiciais ou administrativas. Por fim, 9,50% das patentes ainda estão pendentes (*pending*), aguardando exame ou decisão final das autoridades de patentes.

Figura 1 – Status legal das famílias de patentes em porcentagem



Fonte: Adaptada de dados extraídos do Orbit Intelligence® (2024)

3.2 Países de Proteção

A França, o Escritório Europeu de Patentes e os Estados Unidos da América são os principais depositantes de patentes no setor de cosméticos sólidos (Figura 2). Esse dado reforça a liderança na criação e no desenvolvimento de novos cosméticos. A presença da França (40 famílias de patentes) como um dos principais países de proteção mostra a tradição e a importância da indústria cosmética francesa no mercado global, conhecida por suas marcas famosas e seu forte foco em pesquisa e desenvolvimento no setor.

Cabe ressaltar que a inclusão no Escritório Europeu de Patentes como um dos principais depositantes indica uma estratégia comum das empresas em buscar proteção em múltiplos países europeus simultaneamente, garantindo uma cobertura ampla para suas inovações. Os Estados Unidos também aparecem como um importante mercado, com 24 famílias de patentes protegidas em seu escritório.

Embora o Brasil tenha um número relativamente modesto de apenas quatro famílias de patentes registradas no campo das formulações verdes para cosméticos sólidos, o país possui um enorme potencial para inovação. Esse potencial é especialmente relevante quando se leva em conta sua vasta biodiversidade e abundância de recursos naturais, que podem ser explorados para o desenvolvimento de soluções sustentáveis e inovadoras.

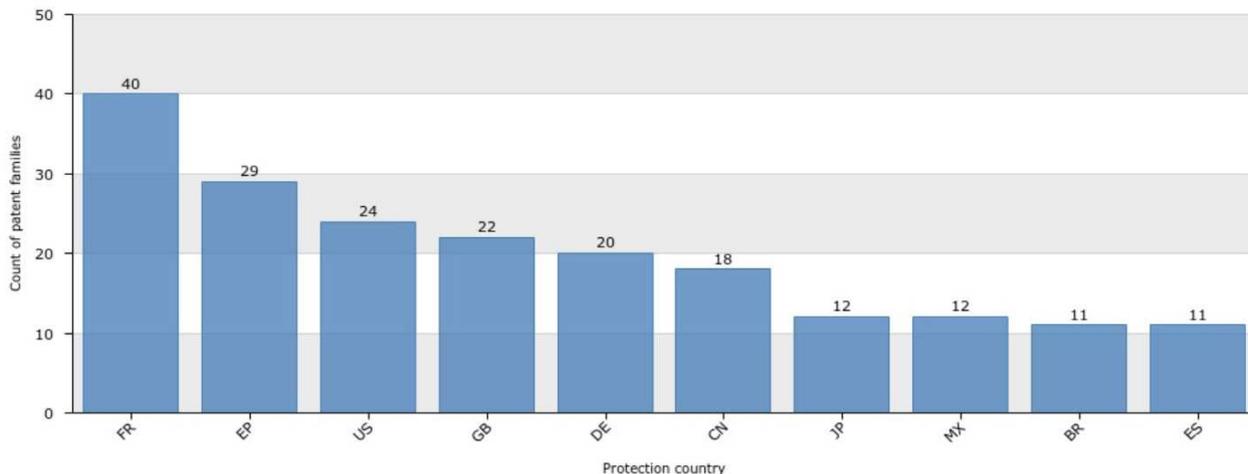
A diversidade de plantas nativas do Brasil desempenha um papel fundamental no desenvolvimento de formulações cosméticas inovadoras. Essa biodiversidade representa um recurso estratégico para a indústria de cosméticos e é potencializada por meio de pesquisas científicas e

do incentivo ao empreendedorismo. Essas iniciativas não apenas promovem o desenvolvimento de produtos inovadores, mas também geram oportunidade para o desenvolvimento sustentável na produção de cosméticos (Garvão; Farias, 2019; Ferro; Bonacelli; Assad, 2006).

A Amazônia, por exemplo, é conhecida por espécies vegetais como o açaí (*Euterpe oleracea*), o cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) e a andiroba (*Carapa guianensis*), que oferecem benefícios antioxidantes hidratantes e emolientes (Miguel, 2007; Pires; Grisotto; Grisotto, 2017). O Cerrado abriga plantas como o pequi (*Caryocar brasiliense*), conhecido por suas propriedades hidratantes e nutritivas (Tilger, 2011). A Caatinga, um bioma árido, é rica em espécies como o cumaru (*Amburana cearensis*), que apresenta propriedades anti-inflamatórias e antioxidantes (De Souza, 2013). Já a Mata Atlântica oferece recursos como o óleo de catuaba (*Erythroxylum catuaba*), reconhecido por suas propriedades estimulantes, antioxidantes e revitalizantes (Mendes *et al.*, 2022).

Esses exemplos ilustram como as espécies podem ser exploradas no desenvolvimento criativo de novos cosméticos, especialmente em produtos capilares alinhados à cosmetologia verde e sustentável. A inovação pode ainda decorrer de novos processos de desenvolvimento, da concepção de produtos com características únicas e que atendam às demandas dos consumidores, como ajustes na textura que reverberam no toque agradável, espalhamento pelos fios, baixa pegajosidade, odor agradável, entre outras qualidades sensoriais. Adiciona-se nesse contexto o aprimoramento das propriedades bioativas para tratar condições específicas do couro cabeludo e/ou melhorar a estética dos fios.

Figura 2 – Número de famílias de patente por países nos quais foram protegidas



© Oquestel 2024

Fonte: Adaptada de dados extraídos do Orbit Intelligence® (2024)

O Instituto Nacional da Mata Atlântica (INMA) realizou um estudo sobre patentes globais envolvendo espécies de plantas nativas dos biomas brasileiros, analisando 7.395 patentes. A pesquisa comparou informações de mais de 25 mil espécies registradas pelo Programa Re flora-CNPq com dados mundiais de depósitos de patentes entre 1960 e 2021. Dos depósitos de patentes relacionadas à flora da Mata Atlântica, constatou-se que 92% das inovações foram desenvolvidas e registradas fora do Brasil, com predominância de países como China, Japão, Estados Unidos e Coreia do Sul (Dos Santos; Silva; De Farias, 2023).

O estudo também revelou que os principais titulares brasileiros de patentes são institutos de pesquisa, universidades públicas e depositantes individuais, os quais, por sua natureza, não se dedicam à fabricação ou à comercialização de produtos. Além disso, o estudo ainda mostra que o setor de cosméticos emerge como um dos principais segmentos de exploração das patentes analisadas (Dos Santos; Silva; De Farias, 2023).

Esses dados evidenciam que o Brasil tem lacunas a serem preenchidas para acelerar o desenvolvimento e a comercialização de produtos e serviços inovadores baseados em sua biodiversidade, pois são evidentes as limitações atuais do Brasil quando se trata de estratégias nacionais mais céleres e eficazes para transformar a riqueza biológica brasileira em oportunidades econômicas e inovadoras. Somente políticas públicas estruturadas e com planejamento estratégico eficaz poderão garantir que o Brasil tenha

os benefícios econômicos e sociais proporcionais a sua biodiversidade, tanto no setor de cosméticos como em outros.

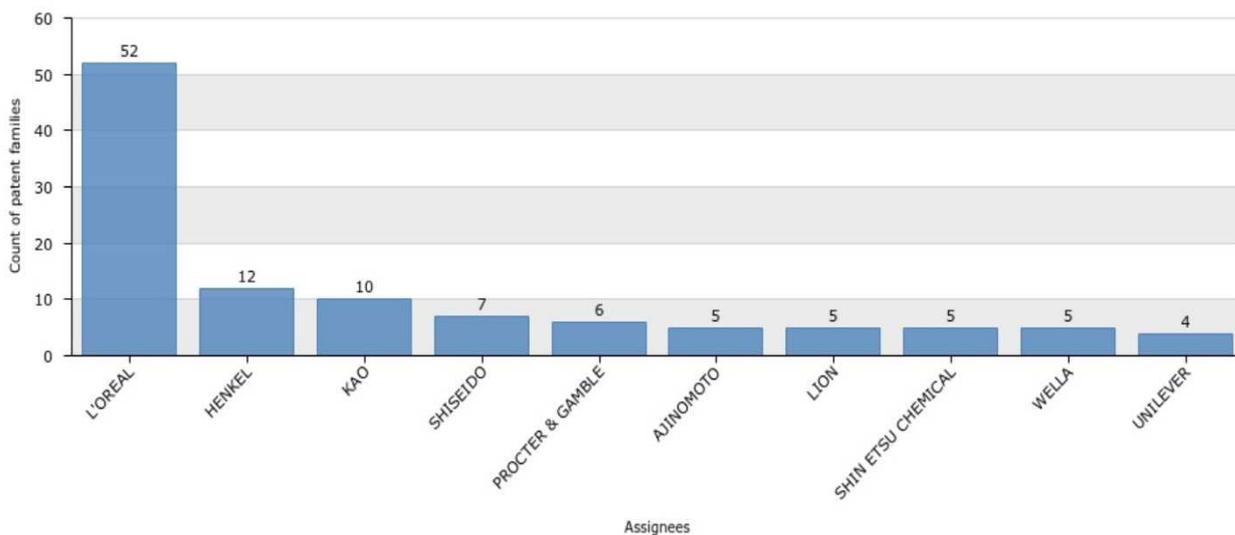
A utilização de plantas brasileiras na criação de produtos cosméticos inovadores pode estimular a economia local, fomentar novos mercados e promover a agricultura sustentável. Além disso, a valorização dos recursos naturais e a inovação tecnológica contribuem para a geração de empregos e o fortalecimento das cadeias produtivas locais, impactando positivamente o desenvolvimento social (Cassol; Sellitto, 2020).

3.3 Principais Titulares

Quando se analisa os principais titulares das patentes no setor de cosméticos sólidos, L'Oréal e Henkel aparecem nas primeiras posições (Figura 3). A L'Oréal, empresa francesa, desponta com 52 famílias de patentes. A forte presença da L'Oréal no registro de patentes reflete seu investimento substancial em pesquisa e desenvolvimento, buscando constantemente aprimorar seus produtos e introduzir novas tecnologias no mercado.

A Henkel, empresa alemã, com 12 famílias de patentes, também se destaca como um dos principais titulares. A proteção de propriedade industrial, torna o setor cada vez mais competitivo, ao mesmo tempo que promove o desenvolvimento de produtos inovadores.

Figura 3 – Titulares com os maiores números de famílias de patentes



© Questel 2024

Fonte: Adaptada de dados extraídos do Orbit Intelligence® (2024)

3.4 Levantamento Patentário

O panorama das patentes mais relevantes que protegem o objeto de estudo, cosméticos capilares sólidos, está descrito a seguir com destaque para as principais características, separadas conforme mostram as bases de dados utilizadas: Orbit Intelligence® e INPI.

3.4.1 Patentes Relevantes Encontradas no Orbit Intelligence®

A patente EP0976390 – “Solid cosmetic composition and its uses” – descreve uma composição sólida transparente ou translúcida, com propriedades refrescantes após a aplicação, destinada ao uso cosmético e/ou dermatológico. Essa formulação é especialmente desenvolvida para o cuidado de peles, couro cabeludo, cabelo e mucosas, utilizando um sistema de emulsificação que contém gomas de gelana e outros hidrocoloides, como a goma xantana.

A patente EP1281386 – “Solid cosmetic composition and uses thereof” – abrange composições sólidas em forma de tabletes, lâminas ou barras, que contêm polímeros lipídicos. A formulação inclui ainda agentes emulsificantes, como goma guar e carragenano, combinados com um ou mais tensoativos.

A patente EP1661552 – “Solid cosmetic composition for topical use” – refere-se a uma composição cosmética sólida destinada ao tratamento capilar. Ela aborda as deficiências dos produtos existentes ao alcançar alta transparência, facilidade de aplicação e uma sensação de frescor ao ser utilizada. Ingredientes-chave incluem goma de gellan (0,5% a 2%) para gelificação, um hidrocoloide (0,05% a 2%) para melhoria da textura, sais de metais alcalino-terrosos ou alcalinos (0,01% a 5%) para estabilidade, e água.

A patente WO2022174870 – “Novel solid cosmetic compositions for hygiene and care of the skin and hair” – descreve uma composição cosmética sólida para higiene e cuidado da pele e cabelo, com pH fisiológico e ingredientes naturais, livre de surfactantes agressivos. A formulação utiliza uma mistura de surfactantes aniônicos, não iônicos e excipientes cosméticos, promovendo uma espuma eficaz e consistência adequada para uso prático.

A patente US20210007954 – “Solid hair cosmetic composition” – descreve uma composição cosmética sólida para cabelo, contendo altas quantidades de poliois e outros ingredientes como surfactantes, polissacarídeos, álcoois graxos e/ou ácidos graxos. Essas composições dissolvem e formam espuma em contato com água, oferecendo uma alternativa sustentável aos produtos líquidos embalados em plástico não reciclável.

3.4.2 Patentes Encontradas no INPI

A patente PI 0701227-6 – “Condicionador sólido em barra” – trata-se de um condicionador sólido em barra formulado para cabelos e pele, proporcionando fácil aplicação sem desperdício. Complementa o uso do shampoo, promovendo cabelos brilhantes e saudáveis.

A patente PI 0100438-7 – “Processo para obtenção de condicionador sólido e condicionador sólido” – descreve o processo para obtenção de condicionador sólido destinado ao uso capilar, destacando-se pela praticidade de transporte e uso. Consiste em pesar e homogeneizar os ingredientes, moldar o produto em prensa para conformação desejada, e finalizar com embalagem e rotulagem adequadas.

A patente BR BR1020180702769 – “Composto para shampoo sólido anti-queda e anti-calvície” – aborda um shampoo sólido com propriedades anti-queda e anticaspas, contendo *Aloe Vera* e *Picea Abies*. Os extratos desses ingredientes promovem uma limpeza profunda dos folículos capilares, reduzindo a oleosidade e promovendo o crescimento capilar ao combater a queda e a caspa.

3.4.3 Patentes Depositadas no Brasil X Patentes Depositadas nos Escritórios Estrangeiros

Ao realizar um comparativo entre resumos de patentes estrangeiras e brasileiras sobre cosméticos sólidos, é possível observar diferenças em termos de enfoque, formulação e aplicação dos produtos. Patentes estrangeiras destacam-se por inovações em formulações complexas e multifuncionais, utilizando ingredientes como goma de gellan, goma xantana, goma guar, carragenina e outros hidrocoloides. Essas composições visam a proporcionar textura, estabilidade e eficácia cosmética, atendendo a diversas necessidades dermatológicas e capilares. São caracterizadas pela transparência, pelo frescor na aplicação e pela ausência de insumos agressivos. Por outro lado, patentes depositadas no Brasil se concentram em soluções mais simples e direcionadas, por exemplo, condicionadores e shampoos sólidos específicos para tratamentos capilares, como queda de cabelo e oleosidade. Esses produtos são valorizados pela praticidade de uso e transporte, além de incorporarem ingredientes naturais como *Aloe Vera* e *Piper Aduncum* para benefícios específicos como limpeza profunda dos folículos capilares e estímulo ao crescimento capilar.

O levantamento de patentes sobre produtos capilares sólidos revelou uma lacuna no número de patentes disponíveis, apesar do crescente interesse e satisfação dos consumidores com esse tipo de produto. A escassez de patentes sugere uma oportunidade considerável para inovação e desenvolvimento no campo dos cosméticos

sólidos. Esse fenômeno pode ser atribuído à relativa novidade desses produtos no mercado e à necessidade de uma mudança de mentalidade por parte dos consumidores em relação às formulações tradicionais líquidas. A cultura emergente de produtos sólidos reflete uma tendência maior em direção a soluções mais sustentáveis e eficazes, incentivando potencialmente um aumento na pesquisa e na proteção intelectual nesse segmento da indústria cosmética.

4 Considerações Finais

Os cosméticos capilares sólidos representam uma inovação no setor de cuidados capilares, oferecendo vantagens como praticidade no transporte e maior estabilidade microbiológica em comparação aos produtos líquidos tradicionais. Além disso, ao reduzir ou eliminar a água de suas formulações, esses produtos contribuem para a sustentabilidade ambiental, minimizando o consumo de plásticos e aumentando a eficiência no uso de recursos. Essas vantagens são descritas em todos os documentos de patentes investigados. A adoção e o desenvolvimento de produtos sólidos por grandes empresas como Natura e O Boticário refletem uma tendência de mercado que valoriza tanto a conveniência quanto a responsabilidade ambiental. No Brasil, a integração de conhecimentos tradicionais com tecnologias emergentes pode não apenas impulsionar o crescimento econômico e tecnológico, mas também promover um desenvolvimento social sustentável. Portanto, é essencial que haja investimentos em PD&I e políticas que incentivem a inovação e a exploração responsável dos recursos naturais.

5 Perspectiva Futura

O investimento contínuo em pesquisa e desenvolvimento de produtos sólidos não apenas promete novas formulações e tecnologias, mas também fortalece o compromisso com práticas ecologicamente corretas e a redução do impacto ambiental global. Espera-se que, no Brasil, soluções assertivas que acelerem o desenvolvimento e a comercialização de produtos e serviços inovadores baseados em suas potencialidades da biodiversidade se concretizem para criação de mais oportunidades econômicas e sociais com sustentabilidade real.

A utilização de plantas brasileiras na criação de produtos cosméticos inovadores pode estimular a economia local, fomentar novos mercados e promover a agricultura sustentável. Ademais, a valorização dos recursos naturais e a inovação tecnológica contribuem para a geração de empregos e o fortalecimento das cadeias produtivas locais e a economia circular, impactando positivamente o desenvolvimento social (Cassol; Sellitto, 2020).

À medida que mais empresas adotam essas práticas e tecnologias, espera-se que os cosméticos capilares sólidos continuem a ganhar popularidade e a oferecer soluções inovadoras para consumidores ambientalmente conscientes e exigentes, especialmente se tratando da geração *millennials* e *Z*, que, culturalmente, já demonstram suas preferências de consumo de produtos advindos de processos atrelados à preservação ambiental.

Referências

- ABIHPEC – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE HIGIENE PESSOAL, PERFUMARIA E COSMÉTICOS. **A Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos: Panorama do Setor**. Abril de 2024. Disponível em: https://abihpec.org.br/site2019/wp-content/uploads/2024/02/Panorama-do-Setor_Atualizado_12.04.24.pdf. Acesso em: 5 maio 2024.
- BALLOUSSIER, Priscila *et al.* Inovação no setor de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos: estudo do caso Natura. **Ciência & Trópico**, [s.l.], v. 47, n. 1, 2023.
- BRITO, Inês; FERREIRA, Sara M.; SANTOS, Lúcia. On the Path to Sustainable Cosmetics: Development of a Value-Added Formulation of Solid Shampoo Incorporating Mango Peel Extract. **Cosmetics**, [s.l.], v. 10, n. 5, p. 140, 2023.
- CASSOL, Maurício; SELLITTO, Miguel Afonso. Socio-biodiversity supply chain: Sustainable practices of a Brazilian cosmetic company. **Environmental Quality Management**, [s.l.], v. 30, n. 1, p. 25-31, 2020.
- CINELLI, Patrizia *et al.* Cosmetic packaging to save the environment: Future perspectives. **Cosmetics**, [s.l.], v. 6, n. 2, p. 26, 2019.
- DE SOUZA, A. V. Plantas da Caatinga com potencial medicinal e cosmético. In: SILVA, M. V. da *et al.* (org.). **A Caatinga e seu potencial biotecnológico**. 1. ed. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2013. p. 89-100. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/972667>. Acesso em: 10 set. 2024.
- DOS SANTOS, Celise Villa; SILVA, Fábio Mascarenhas e; DE FARIAS, Leandro Innocentini Lopes. The Brazilian Atlantic Forest genetic resources in patents and the challenges to control the economic use of biodiversity. **World Patent Information**, [s.l.], v. 74, p. 102218, 2023.
- EUROPEAN PATENT OFFICE. **Espacenet – Classificação Patente Cooperativa (CPC)**. 2024. Disponível em: https://pt.espacenet.com/classification?locale=pt_PT#/CPC=A. Acesso em: 10 out. 2024.

FERRO, Ana Flávia Portilho; BONACELLI, Maria Beatriz Machado; ASSAD, Ana Lúcia Delgado. Oportunidades tecnológicas e estratégias concorrenciais de gestão ambiental: o uso sustentável da biodiversidade brasileira. **Gestão & Produção**, [s.l.], v. 13, p. 489-501, 2006.

FISHMAN, H. M. Cosmetics, Past, Present, Future. In: SCHLOSSMAN, M. L. (ed.). **The chemistry and manufacture of cosmetics**. 4. ed. Carol Stream, IL: Allured Books, 2009. v. 1. Cap. 1.

GARVÃO, Rodrigo Fraga; FARIAS, Juliana Souza. Empreendedorismo na Amazônia: a utilização de produtos naturais na fabricação de cosméticos. **Revista Gestão em Conhecimento**, [s.l.], v. 4, n. 4, p. 8-10, 2019.

GUBITOSA, Jennifer *et al.* Hair care cosmetics: From traditional shampoo to solid clay and herbal shampoo, a review. **Cosmetics**, [s.l.], v. 6, n. 1, p. 13, 2019.

INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **Busca de Patentes**. 2024. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br/busca-patentes>. Acesso em: 7 jul. 2024.

McKINSEY & COMPANY. **The State of Fashion: Beauty**. McKinsey & Company, 2024. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/industries/retail/our%20insights/the%20beauty%20market%20in%202023%20a%20special%20state%20of%20fashion%20report/the-beauty-market-in-2023-a-special-state-of-fashion-report.pdf?shouldIndex=false>. Acesso em: 21 abr. 2024.

MENDES, Roberta Santiago *et al.* **Avaliação do potencial antibacteriano e antioxidante de extratos vegetais de plantas nativas da Mata Atlântica e de grãos de café**. 2020. 62f. Dissertação (Mestrado em Bioquímica) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2020.

MIGUEL, Laís Mourão. **Uso sustentável da biodiversidade na Amazônia Brasileira: experiências atuais e perspectivas das bioindústrias de cosméticos e fitoterápicos**. 2007. 171f Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

NATURA. **Biome: Shampoo e Condicionador**. 2024. Disponível em: https://www.natura.com.br/c/biome?c_tbs_Tipo_de_Produto_filter=shampoo%7Ccondicionador&gad_source=1&gbraid=0AAAAADe488gt3B5En6pIz_l6ouHtK11AP&gclid=CjwKCAjwyo60BhBiEiwAHmVLJcuCXg9i0r5Q9cF8IL1yOfvhfXLkpmeBUSSmDYt7m4LgdhFuLA1RoCcjUQAvD_BwE&gclid=aw.ds. Acesso em: 7 jul. 2024.

O BOTICÁRIO. **Shampoo em Barra Nativa Spa Ameixa 75g**. 2024a. Disponível em: <https://www.boticario.com.br/shampoo-em-barra-nativa-spa-ameixa-75g/>. Acesso em: 7 jul. 2024.

O BOTICÁRIO. **Combo Nativa Spa em Barra: Shampoo 90g + Condicionador 75g**. 2024b. Disponível em: <https://www.boticario.com.br/combo-nativa-spa-em-barra-shampoo-90g-condicionador-75g/>. Acesso em: 7 jul. 2024.

ORBIT INTELLIGENCE®. **Página de busca**. 2024. Disponível em: <https://www.questel.com/patent/ip-intelligence-software/orbit-intelligence/>. Acesso em: 7 jul. 2024.

PERFITT, R. J.; CARIMBOCAS, C. A. R. **Dry Shampoo Composition**. Patent US 9801793B2, 31 October 2017.

PIRES, Layna Kaanda Souza; GRISOTTO, Marcos Grigolin; GRISOTTO, Rosely Fontes. O uso de plantas da Amazônia na produção de bioprodutos para tratamentos de pele. **Revista de Investigação Biomédica**, [s.l.], v. 9, n. 1, p. 78-88, 2017.

PUC-PR – PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ. **Sustentabilidade, a sexta onda de inovação**. 2023. Disponível em: posdigital.pucpr.br. Acesso em: 9 out. 2024.

RIBEIRO, Claudio. **Cosmetologia Aplicada à Dermoestética**. 2. ed. [S.l.]: Pharmabooks, 2010.

SHEN, Maocai *et al.* (Micro) plastic crisis: unignorable contribution to global greenhouse gas emissions and climate change. **Journal of Cleaner Production**, [s.l.], v. 254, p. 120138, 2020.

TILGER, Myrcea Andressa de Souza. Cerrado: fonte de juventude. **Aprendendo Ciência**, [s.l.], v. 1, n. 1, p. p. 7-9, 2011. (ISSN 2237-8766)

TREVISAN, C. A. História dos Cosméticos. **CRQ – 4º Região**, São Paulo, 14 de abril de 2011. Disponível em: <https://www.crq4.org.br/historiadoscosmeticosquimicaviva>. Acesso em: 4 dez. 2023.

Sobre os Autores

Rafael Miranda Carvalho dos Reis

E-mail: rafaelmcreis@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8871-7660>

Bacharel em Ciências Farmacêuticas pela Universidade Federal da Bahia em 2022.

Endereço profissional: Universidade Federal da Bahia, Instituto de Química, PROFNIT, Rua Barão de Jeremoabo, s/n, Ondina, Salvador, BA. CEP: 40170-115.

Lucas Bomfim Bolzon

E-mail: lucas.bolzon@ufba.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9054-9368>

Doutor em Química Inorgânica pela Universidade de São Paulo em 2011.

Endereço profissional: Universidade Federal da Bahia, Instituto de Química, Departamento de Química Geral e Inorgânica, Grupo de Pesquisa em Bioinorgânica e Catálise (GPBioCat), Rua Barão de Jeremoabo, s/n, Ondina, Salvador, BA. CEP: 40170-115.

Joicy Santamalvina dos Santos

E-mail: joicy.santamalvina@ufba.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9054-9368>

Última titulação: Doutora em Química Inorgânica pela Universidade de São Paulo em 2012.

Endereço profissional: Universidade Federal da Bahia, Instituto de Química, Departamento de Química Geral e Inorgânica, Grupo de Pesquisa em Bioinorgânica e Catálise (GPBioCat), Rua Barão de Jeremoabo, s/n, Ondina, Salvador, BA. CEP: 40170-115.

Neila de Paula Pereira

E-mail: neilapp@ufba.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5280-9491>

Doutora em Ciências Farmacêuticas pela Universidade Federal do Paraná em 2008.

Endereço profissional: Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Farmácia, Laboratório de Pesquisa em Medicamentos e Cosméticos (LAPEMEC), Rua Barão de Jeremoabo, s/n, Ondina, Salvador, BA. CEP: 40170-115.

Utilização do Açaí na Produção de Cosméticos: uma prospecção tecnológica

Use of Açaí in Cosmetics Production: a technological prospection

Valdir Silva da Conceição¹, Antonio Martins de Oliveira Júnior², Marcelo Santana Silva³, Angela Machado Rocha¹

¹Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, Brasil

²Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, Brasil

³Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Salvador, BA, Brasil

Resumo

A cultura do açaí é originária da região amazônica. A fruta é utilizada em diversos segmentos como o alimentício, de cosmético e perfumaria. Possui importância socioeconômica para a Região Norte, é altamente valorizado devido às suas propriedades medicinais, principalmente para a pele e para os cabelos, o que gera uma crescente demanda. O objetivo do presente trabalho foi levantar registros de patentes sobre o uso do açaí como matéria-prima de produtos voltados para a pele. A metodologia utilizada foi a busca de patentes na base de dados Espacenet, utilizando os termos “açaí”, “*cosmetic**” e, “*skin**”, no título e no resumo, o conector booleano “AND”, e os códigos A61K e A61Q. Os dados foram coletados em 5 de abril de 2024. Verificou-se que a maioria das patentes registradas provém dos Estados Unidos, China e Coreia do Sul. O Brasil se destaca entre os dez países detentores de patentes e inventores.

Palavras-chave: Patente; Corpo e saúde; Açaí.

Áreas Tecnológicas: Biotecnologia. Fármacos. Tecnologia de Alimentos.

Abstract

The açaí culture originates from the Amazon region. The fruit is used in various segments such as food, cosmetics and perfumery. It has socioeconomic importance for the North Region, it is highly valued due to its medicinal Properties, especially for the skin and hair, which generates a growing demand. The objective of the presente work was to raise patent registrations on the use of açaí as a raw material for products aimed at the skin. The methodology used was the search for patents in the Espacenet database, using the terms “açaí”, “*cosmetic**” and “*skin**”, in the title and abstract, using the Boolean connector “AND”, and the codes A61K and A61Q. The data was collected on April 5, 2024. It was found that the most of the patents filed come from the United States, China and South Korea. Brazil stands out among the ten countries that hold patentes and inventors.

Keywords: Patent; Body and health; Açaí.



1 Introdução

O mundo vive uma abertura econômica, na qual não há fronteira para os recursos financeiros e tecnológicos, o que contribui para incentivar a busca da competitividade das empresas e dos países, gerando possibilidades para inovar e obter vantagens competitivas (Teixeira, 2013; Corsatto; Hoffmann, 2013; Conceição *et al.*, 2023).

Para mensurar o desenvolvimento tecnológico e científico, utiliza-se como parâmetro a quantidade de patentes ou de publicações científicas. Para mapear o desenvolvimento tecnológico e científico de um produto, a prospecção tecnológica é utilizada como uma das ferramentas de busca, o que resulta em benefícios para a sociedade por meio da construção do conhecimento em um determinado tema de estudo (Santos *et al.*, 2004; Ribeiro, 2018; Dos Santos, 2024).

A International Patents Classification (IPC) ou Classificação Internacional de Patentes (CIP), assinado em 1971, é um instrumento que serve para identificar as inovações por meio de códigos de acordo com a área tecnológica da patente. Essa classificação entrou em vigor em 1975, foi instituída pelo Acordo de Estrasburgo e é utilizada por diversos países, (Paranhos; Ribeiro, 2018; WIPO, 2022; Da Silva; Dias; De Carvalho Segundo, 2023; Chen; Yu; Yang, 2024).

Uma patente é um título concedido por um ente público, que concede poderes aos inventores ou detentores de patentes para explorá-la, impedir o uso indevido por terceiros entre outras vantagens. É um título de propriedade temporária, com validade territorial concedida, que pode ser expandido para outros países quando for feito um depósito nesses mercados de interesse do titular da patente. Para sua concessão, devem existir três condições: novidade, aplicação industrial e atividade inventiva (Russo *et al.*, 2016; Ribeiro, 2018; Santos, 2018; Silva 2019; Buainaim; Vieira; Souza, 2023; Mukherjee, 2023).

O ser humano utiliza cosméticos desde a antiguidade com o uso de óleos, perfumes, banhos com a infusão de folhas e outros componentes com a capacidade de melhorar o odor, higienizar o corpo, hidratar a pele, entre outras finalidades. As principais matérias-primas utilizadas na fabricação desses cosméticos são derivadas das plantas, dos animais e dos minerais (Silva Neto; Silva; Melo Neto, 2020; Batiha, 2023; Martins; Marto, 2023; Soares, 2023; Sousa, 2023).

A pele é o maior órgão do corpo humano e cobre todas as estruturas, é essencial para a sobrevivência do ser humano, atuando como protetora contra traumas mecânicos e imunológicos, além de servir como instrumento de regulação da temperatura. É um órgão externo que está sujeito a agressões decorrentes de exposição contínua a

agentes degradantes e à luz solares (Emerald, 2016; Silva Neto; Silva; Melo Neto, 2020; Dias; Dantas, 2023; Gomes *et al.*, 2023; Mohamadali, 2023).

O órgão possui área aproximada de 2m², circundando os organismos de forma a protegê-los (Silva Neto; Silva; Melo Neto, 2020). Seu peso representa entre 15 e 20% do peso corporal de uma pessoa (Silva Neto; Silva; Melo Neto, 2020; Gomes *et al.*, 2023). Possui três camadas: epiderme (camada superficial constituída de epitélio pavimentoso composto de cinco camadas); derme (camada média da pele e composta de duas camadas); e tecido subcutâneo (camada localizada abaixo da derme e composta de tecidos adiposo e conjuntivo) (Emerald, 2016; Silva Neto; Silva; Melo Neto, 2020; Dias; Dantas, 2023; Gomes *et al.*, 2023).

Cosmético é uma palavra derivada do grego *kosmetikós*, que significa hábil em adornar. São substâncias utilizadas para proteger a aparência, como disfarçar os defeitos físicos, ou o odor do corpo humano e, portanto, são aplicados na pele (Galembeck; Csordas, 2011; Isaac, 2016; ABIHPEC, 2023).

Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (ABIHPEC, 2023), existem no Brasil 3.414 empresas atuando no mercado de produtos de higiene pessoal, perfumaria e cosmético. No mundo, o Brasil é o quarto maior mercado consumidor, com um faturamento de US\$ 22,9 bilhões, que representa 4,3%, e é o segundo em lançamento de produtos anuais.

O açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) é uma planta originária da região amazônica e faz parte da diversidade brasileira, tornando-se essencial nos aspectos socioeconômicos para a região e para os nativos locais (Oliveira; Farias Neto; Queiroz, 2014; Santos, 2023; Serique, 2023; De Souza *et al.*, 2023). Segundo Oliveira, Farias Neto e Queiroz (2014), o açaizeiro recebe as seguintes denominações: açaí-do Pará, açaí-do-Baixo-Amazonas, açaí-de-touceira, açaí-verdadeiro e açaí-de-planta. É uma palmeira que fornece frutos dos quais se extrai o óleo, rico em polifenóis e ácidos graxos. O fruto serve de alimento básico para um grande contingente populacional da Região Norte, principalmente os ribeirinhos e os exploradores da planta (Santos, 2023; Serique, 2023; De Souza *et al.*, 2023).

A exportação e a produção do açaí são relevantes e crescem ao longo do tempo, o que influencia positivamente toda a cadeia produtiva. O fruto tem coloração roxa e é considerado uma das espécies mais importantes do gênero *Euterpe*. Seu consumo é antigo, e seu fruto era utilizado pelos indígenas na preparação de vinhos. O seu uso e consumo se espalharam por todo o Brasil, sendo comercializado em postos de vendas tradicionais como bares e mercados. A sua produção está relacionada ao extrativismo, e o maior produtor é o Pará. Os principais

exportadores são o Japão, a China, os Estados Unidos, entre outros (Araújo, 2017; Coutinho, 2017; Tagore, 2017; Serique, 2023).

O açai possui alto valor energético, sendo rico em carboidrato, fibras, vitamina E, proteínas e minerais. Além de ser utilizado na forma de polpa, também é usado na produção de bolo, geleia e licor (Velasque; Lobo, 2016; Menezes; Torres; Sabaa Srur, 2008; Serique, 2023).

O objetivo do presente trabalho é realizar uma prospecção tecnológica sobre a utilização do açai na formulação de cosméticos e de produtos voltados para o corpo.

2 Metodologia

O presente trabalho em relação à natureza é denominado qualitativo, e sua caracterização é identificada como descritiva, pois objetiva descrever as características de uma determinada população (Lakatos, 2003; Gil, 2019).

As etapas metodológicas utilizadas foram as seguintes: definição da estratégia da pesquisa e palavras-chave, verificação das informações contidas nos documentos de patentes, tratamento dos dados obtidos, análise das informações e geração de documentos com os resultados.

A base de dados definida para a pesquisa de patentes foi a Espacenet. Essa base foi desenvolvida pelo Escritório Europeu de Patentes em conjunto com os estados-membros da Organização Europeia de Patentes. É uma ferramenta de que fornece acesso gratuito a mais de 130 milhões de documentos de patentes de todo o mundo, com abrangência nacional e internacional, além de ter temporalidade a partir de 1782. Ainda, sua atualização é diária.

A prospecção tecnológica foi feita em 5 de abril de 2024, por meio de busca de patentes relacionadas ao uso do açai como matéria-prima na fabricação de cosméticos. A estratégia usada foi a utilização das palavras-chave açai, *cosmetic** e *skin**, utilizando o conector booleano “and” entre os termos pesquisados. O idioma usado foi o inglês, pois a maioria das patentes indexadas na base de dados do Espacenet utiliza esse idioma. A primeira patente registrada ocorreu em 1986. Como parâmetro de discussão, utilizou-se como recorte temporal o período entre 2004 e 2024.

A busca foi refinada utilizando-se os códigos da Classificação Internacional de Patentes (CIP), abrangendo

de forma limitada os códigos A61K e A61Q, que são, respectivamente, preparações para finalidades médicas, odontológicas ou higiênicas, e uso específico de cosméticos ou preparações similares para higiene pessoal. Nessa condição, foram mapeadas 467 patentes entre 1986 e 2024, e, no período coberto pela pesquisa, foram concedidas 466 patentes. O resultado da pesquisa foi inserido no Quadro 1.

3 Resultados e Discussão

A pesquisa realizada abrangeu as palavras-chave açai, *cosmetic** e *skin**, além das suas variações, sem utilização de nenhum tipo de filtro, e o resultado está apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Patentes com as palavras-chave simples e combinadas

PALAVRAS-CHAVE	QUANTIDADE
Açai	4.362
Cosmetic*	760.670
Skin*	3.129.956
Açai AND cosmetic*	1.071
Açai AND Skin*	2.004
Cosmetic* AND skin*	345.446
Açai AND cosmetic* AND skin*	860

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo com base nos dados da Espacenet (2024)

A estratégia escolhida para a pesquisa foi utilizar as palavras-chave descritas no Quadro 1, resultando em 467 patentes, o que tende a validar a estratégia utilizada para esse fim.

A CIP organiza as atividades inventivas por meio de códigos de acordo com a área tecnológica da patente. A CIP identifica os depósitos conforme a sua aplicação, dividindo-as em oito seções, 21 subseções, 120 classes, 628 subclasses e 69 mil grupos. No presente trabalho, a busca foi filtrada utilizando-se a classificação A61K e A61Q, específicas do objeto em estudo. Os resultados podem ser vistos no Quadro 2.

Quadro 2 – Patentes concedidas conforme indicado pela CIP

PALAVRAS-CHAVE	IPC		
	A61K	A61Q	A61K AND A61Q
Açaí AND cosmetic* AND skin*	665	468	467
	58,69%	41,31%	
A61K – Preparações para finalidades médicas, odontológicas ou higiênicas A61Q – Uso específico de cosméticos ou preparações similares para higiene pessoal			

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo com base nos dados da Espacenet (2024)

A utilização das palavras-chave açaí AND cosmetic* AND skin* pesquisada em conjunto com o código CIP A61K resultou em 665 patentes concedidas. Em relação ao código A61Q, resultou em 468 patentes concedidas. Na filtragem em que são utilizados os códigos CIP citados, o resultado foi 467 patentes concedidas. O Google Patent apresentou 370 patentes concedidas, mas essa ferramenta não foi utilizada no estudo.

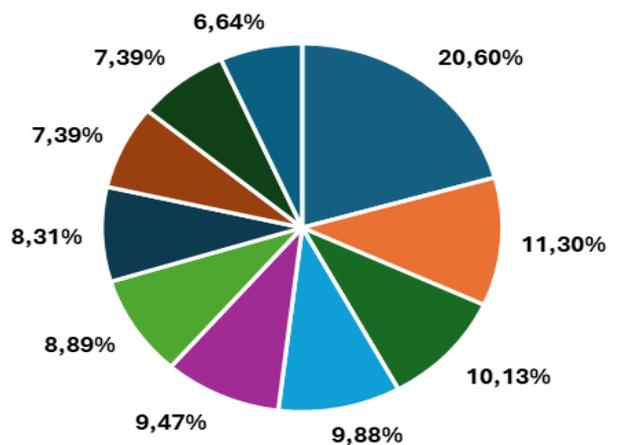
Os códigos da CIP são regidos pelo Escritório Europeu de Patentes, essa classificação é uma das ferramentas mais utilizadas para a busca de patentes. Existem outras opções de busca, como o Escritório Americano de Patentes e Marcas (USPTO), que possui mais de 40 escritórios de patentes pelo mundo que o utiliza como base. No Brasil, há o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), que, entre suas funções delegadas, inclui o registro e a concessão de patentes.

As classificações mais utilizadas e encontradas no presente trabalho estão demonstradas na Figura 1.

A Figura 1 mostra que nas dez primeiras posições destaca-se a preparação para o cuidado da pele (A61Q19/00), registrados em 248 documentos de patentes, seguido por cosmético ou produtos de higiene semelhantes caracterizados pela composição de algas, fungos, líquenes ou plantas; de seus derivados (A61K8/97) com 136 citações e em terceiro lugar ficou a preparação para cuidado da pele relacionado ao envelhecimento (A61Q19/08) com 122 citações nos documentos de patentes concedidas, fato esperado devido ao filtro realizado na busca. Essa condição está relacionada ao cuidado que as pessoas estão tendo com a pele, principalmente para evitar a incidência direta do sol e dos raios ultravioletas, que, entre outros malefícios, causam o câncer da pele, por isso, as indústrias desse segmento de beleza e de higiene estão preocupadas com esses fatores e pesquisando produtos para minorar os efeitos nefastos.

As preparações para fins médicos, dentários ou de toucador (A61K) representam 48,26% das citações nos documentos de patentes, seguido do uso específico de cosméticos ou de produtos de higiene similares (A61Q) com 32,24% e, por último, a atividade terapêutica específica de compostos químicos ou preparações medicinais (A61P) com 19,50%.

Figura 1 – Top 10 da CIP



Legenda:

A61Q19/00: Preparações para o cuidado da pele; A61K8/97: Cosméticos ou produtos de higiene semelhantes caracterizado pela com posição de algas, fungos, líquenes ou plantas; de seus derivados; A61Q19/08: Preparações para o cuidado da pele. Preparações antienvhecimento; A61K8/92: Cosméticos ou produtos de higiene semelhantes contendo Óleos, gorduras ou ceras; Seus derivados, por exemplo, produtos de hidrogenação; A61K8/789: Cosméticos ou produtos de higiene semelhantes caracterizado pela com posição de Magnoliopsida [dicotiledôneas]; A61K8/02: Cosméticos ou produtos de higiene semelhantes caracterizado pela forma física especial; A61K8/34: Cosméticos ou produtos de higiene semelhantes contendo Álcoois; A61K8/73: Cosméticos ou produtos de higiene semelhantes contendo compostos macromoleculares orgânicos Polissacarídeos; A61P17/00: Medicamentos para doenças dermatológicas; A61K8/49: Cosméticos ou produtos de higiene semelhantes contendo compostos heterocíclicos.

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo com base nos dados da Espacenet (2024)

O setor de higiene e de cosméticos está crescendo globalmente, com o desenvolvimento de fórmulas voltadas para esse segmento e que buscam incluir diversas plantas e frutos que tendem a filtrar raios solares, prevenir o envelhecimento da pele e hidratá-la, devido às mudanças climáticas que tendem a aumentar a temperatura e, conseqüentemente, gerar o aquecimento global. As pessoas se preocupam com sua pele e, portanto, estão tomando os devidos cuidados para evitar queimaduras decorrentes da incidência dos raios solares e prevenir o aparecimento do câncer na pele, desse modo, essa condição é motivadora

para que as empresas que atuam nesse segmento formulem produtos voltados para a proteção da pele (ABIHPEC, 2023).

No caso dos produtos de beleza, a relação está diretamente ligada a uma forma de prevenir o aparecimento de acne ou de erupções na pele dos usuários do produto, utilizando o açáí entre as matérias-primas para combater esses problemas. As redes sociais são um fator incentivador para o uso de produtos que geram benefícios para a pele, uma vez que as pessoas tendem a se preocupar com a aparência, influenciando as suas formas de agir e o impacto causado por meio dos comentários gerados pelos seguidores. A mídia também tem esse papel influenciador.

A evidencia temporal da evolução das patentes concedidas é apresentada na Figura 2, que não leva em consideração a primeira publicação, mas sim o período entre janeiro de 2004 e abril de 2024, com um total de 466 patentes concedidas. No Brasil, nesse período, foram concedidas 84 patentes.

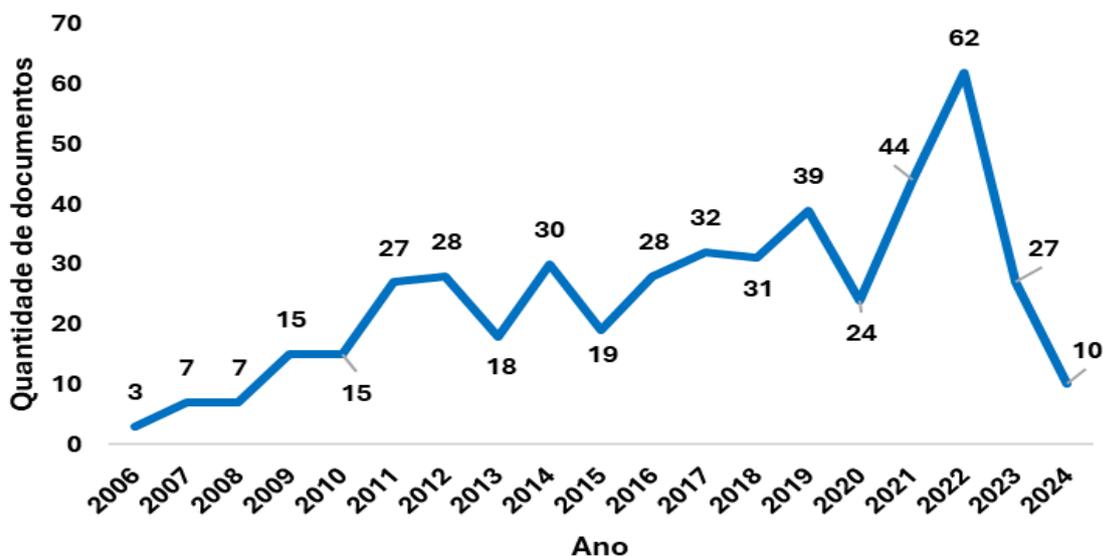
Pelos dados da Figura 2, nota-se a evolução temporal das patentes depositadas no Brasil e no mundo. Mostra que houve crescimento nos anos de 2007, 2009, 2011, 2012, 2014, 2016, 2017, 2019, 2021 e 2022. O decréscimo ocorreu nos anos 2013, 2015, 2018, 2020 e 2023. Apesar de indicar um decréscimo em 2024, esse valor ainda não é definitivo, pois algumas patentes ainda estão em período de

sigilo, com tendência de crescimento no futuro. No Brasil, o sigilo entre o depósito e a divulgação é de 18 meses. Sendo assim, nota-se que permaneceu estável em 2008 e 2010. Percentualmente, o maior acréscimo ocorreu em 2007, equivalente a 133,33%, seguido de 2009 com 114,29% e de 2021 com 83,33%. Em relação ao decréscimo, percentualmente foram os anos de 2023, com 56,45%, seguido do ano de 2020, com 38,46%, e de 2015, com 36,67%. O pico máximo ocorreu em 2022 com 62 patentes concedidas. No período estudado, foram concedidas em média 24 patentes por ano.

No Brasil, a primeira patente concedida é intitulada “*Compositions comprising Kanadu plum extract or açáí berry extract*”, número de publicação CA2635907A1, cujo detentor foi a Mary Kay Inc. (US), os inventores Jones Brian (US), Hines Michelle (US), Gan David (US) e Aravena Javier (US), publicada em 25 de julho de 2007.

A primeira patente nacional teve como título “*Composição cosmética e dermatológica com ação anticaspa*”, número de publicação BRPI0604131A, publicada em 27 de setembro de 2008, titular Botica Com. Farmacêutica S/A, cujos inventores são Ronit Mazer Sauerman, Tania Regina Oliveira Mendes, Paola Maria Patriarca, Carlos Eduardo de Oliveira Praes e Israel Henrique Feferman.

Figura 2 – Patentes concedidas entre 2004 e 2024



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo com base nos dados da Espacenet (2024)

A tecnologia pesquisada encontra-se distribuída em 51 países, independentemente de serem desenvolvidos ou em desenvolvimento. Entre os países prioritários, destacam-se os orientais China, Japão e Coreia do Sul, com 417 documentos de patentes, o que corresponde a 40,33% do total entre os dez maiores prioritários. Esse resultado pode estar relacionado a algumas situações como a importância do mercado para garantir a exploração comercial do produto, proteger a propriedade intelectual, criar um nicho de mercado e/ou pela importância que a população oriental tem com a saúde e os efeitos benéficos do uso do produto para a pele. O resultado da pesquisa pode ser visto na Figura 3.

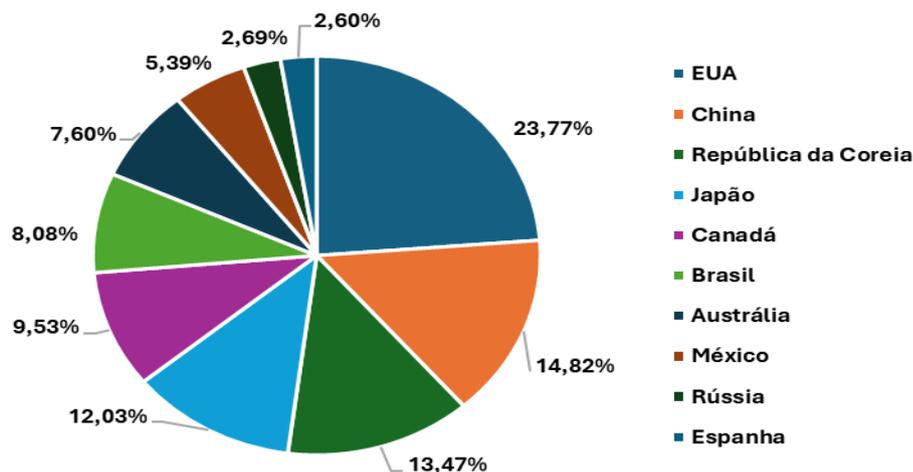
A Figura 3 mostra que os Estados Unidos da América (EUA) são o país como mais patentes concedidas com 246 documentos, seguido da China com 153 e da Coreia do Sul

com 139. O Brasil possui apenas 84 patentes concedidas, o que é insignificante em relação à sua produção de açaí.

Entre os dez primeiros, destacam-se os países integrantes do BRICS, bloco econômico formado inicialmente por países emergentes que possuem tamanho e desenvolvimento semelhante, como Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul, sendo que apenas o Brasil, a China e a Rússia estão em destaque com 265 concessões e representam cerca de 25,63% do total dos integrantes relacionados na Figura 3.

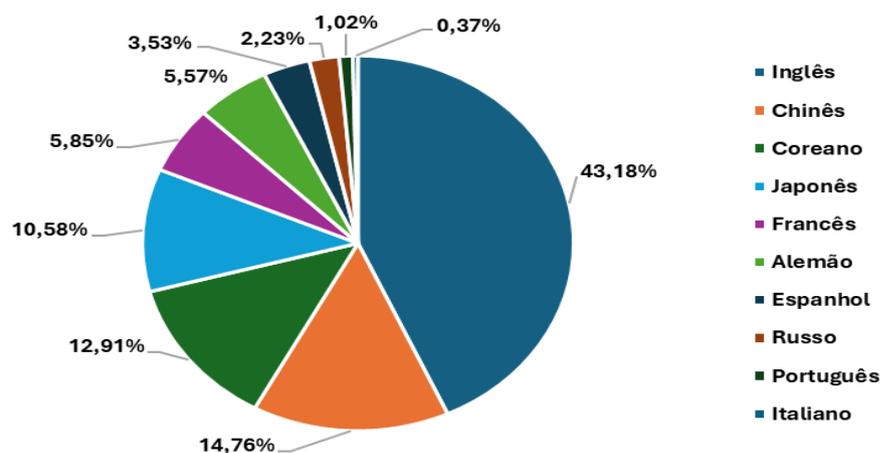
Apesar do significativo destaque dos países orientais no número de patentes concedidas, o idioma predominante nos documentos foi o inglês, com 464 documentos, ou seja, quase a sua totalidade, seguido do chinês com 158 e do coreano com 139, como pode ser visto na Figura 4. A língua portuguesa aparece apenas em 11 documentos.

Figura 3 – Países de publicação



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo com base nos dados da Espacenet (2024)

Figura 4 – Idioma dos documentos das patentes concedidas



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo com base nos dados da Espacenet (2024)

A Figura 4 indica que os idiomas dos países orientais, com 411 documentos, representam 38,30% dos utilizados nos documentos de patentes, o que é compatível com a priorização das patentes que representam 40,23%. Entretanto, os integrantes do BRICS, com 193 documentos, representam apenas 17,99% dos documentos das patentes concedidas.

As pessoas jurídicas destacam-se e são relevantes em relação aos titulares das patentes, pois dispõem de recursos e de laboratórios para esse fim, além da capacidade de investir em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), responsável pela geração de inovação. A Figura 5 mostra a empresa de beleza e de higiene Oreal, com 23 patentes concedidas, como destaque nesse segmento, seguida da Colgate Palmolive CO com 17 documentos e da Procter & Gamble com 10. No top 10, destaca-se a empresa brasileira Natura Cosméticos S/A.

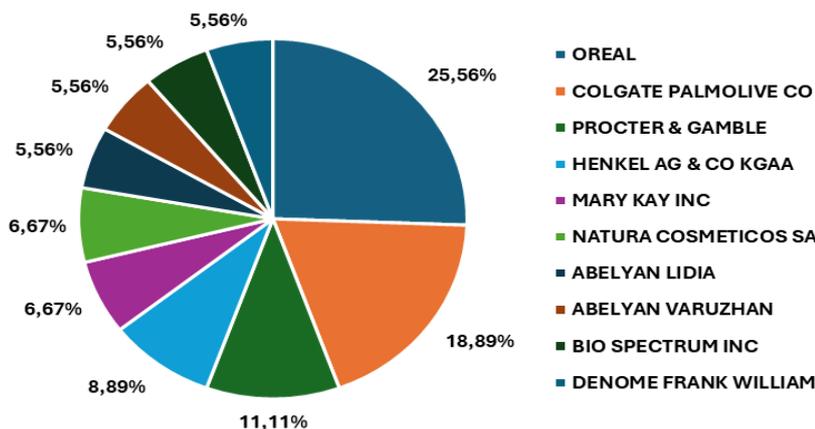
As universidades e os institutos de pesquisa não aparecem na lista dos dez maiores depositantes, apenas empresas do ramo de higiene, beleza e cosméticos. O grupo é formado por sete empresas do ramo de cosmético, beleza e higiene e por três pessoas físicas. Os inventores Abelyan Lidia (MY) e Abelyan Varuzhan (MY) são também titulares dos seus inventos e não estão relacionados com nenhuma empresa.

No Brasil, os principais detentores de patentes são: Colgate Palmolive CO, com 14; Procter & Gamble, com sete; e Natura Cosméticos S/A, com seis. Também estão presentes nas concessões as seguintes universidades: Unicamp, Texas A&M Univ. Sys, Universidade Federal de Minas Gerais, Universidade Federal de Santa Catarina e Universidade do Estado de Minas Gerais.

A Oreal é uma empresa multinacional francesa de cosméticos, fundada em 1909, especializada em cuidados capilares, perfumes, produtos solares e dermatológicos. A Colgate Palmolive CO iniciou as atividades em 1806 vendendo amido, sabão e velas na cidade de Nova York. A Procter & Gamble é uma multinacional americana fundada em 1837 e opera produtos voltados para a higiene e saúde pessoal.

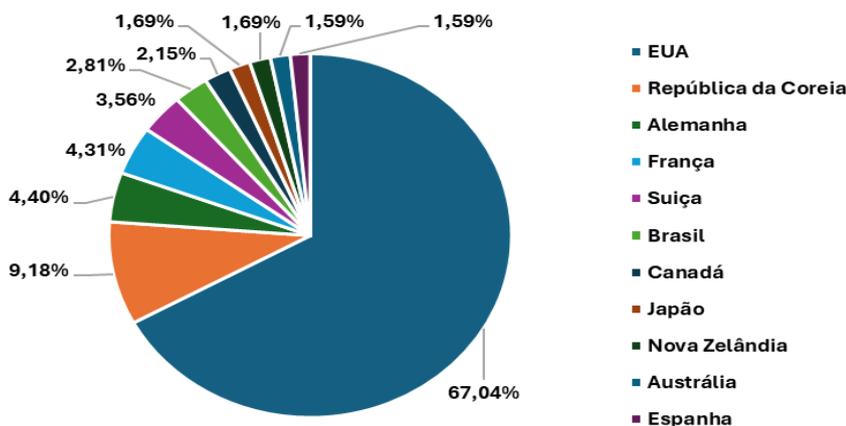
Em relação aos países detentores das patentes, destacam-se os EUA com 716 documentos, seguido pela Coreia do Sul com 98 e, em terceiro lugar, a Alemanha com 47, como pode ser visto na Figura 6. Apesar disso, os EUA apresentam um quantitativo maior do que o número de patentes concedidas, o que significa que algumas dessas patentes são feitas em parceria.

Figura 5 – Detentores das patentes



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo com base nos dados da Espacenet (2024)

Figura 6 – Países dos detentores das patentes



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo com base nos dados da Espacenet (2024)

Apesar de se destacarem no número de patentes concedidas, os países orientais não são muito representativos quando comparados aos países dos detentores de patentes, tendo em vista que essas patentes não têm origem nesses países, mas são relevantes para a proteção das patentes nesse mercado.

O Brasil aparece em sexto lugar com 30 detentores de patentes, o que é insignificante em relação ao seu destaque na produção do açaí e seus derivados, apesar de o país estar mais focado no setor alimentício e no consumo interno. A Alemanha aparece no terceiro lugar em relação aos países detentores, com 47 documentos, mas não é relevante quando se trata do país de publicação, ficando apenas na 26ª colocação com seis documentos. O mesmo raciocínio se aplica à França, que ocupa o quarto lugar com 46 documentos, mas, em relação aos países de publicação, fica apenas na 17ª colocação com 13 documentos. A Suíça é relevante nesse segmento com 38 detentores de patentes.

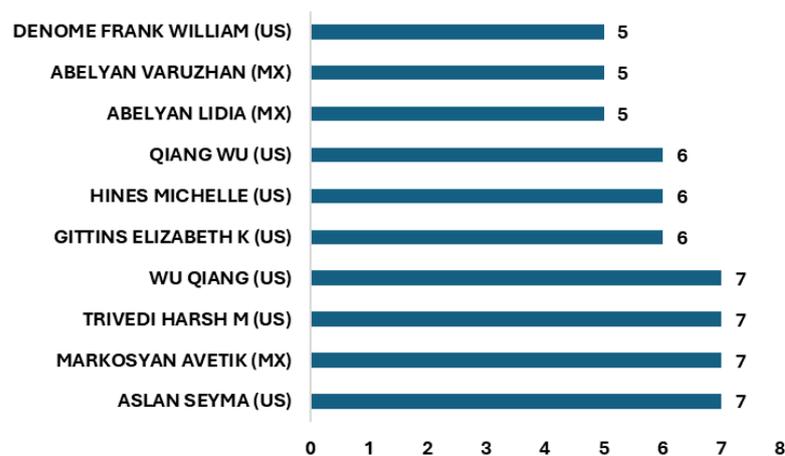
Os principais inventores identificados podem ser vistos na Figura 7.

A Figura 7 aponta que há quatro inventores citados em sete documentos, representando 11,48% dos 10 primeiros. O inventor Aslan Seyma está relacionado com a Oreal (FR); Markosyan Avetik, com a Purecircle USA Inc (US); Trivedi Harsh M. está associado à Colgate Palmolive CO (US) e com a Trivedi Harsh M (US); e Wu Qiang está vinculado com a Colgate Palmolive Co (US).

A Figura 8 mostra que há uma predominância de inventores dos EUA, indicando 635 deles, seguido da Coreia do Sul com 66 e da Alemanha com 43.

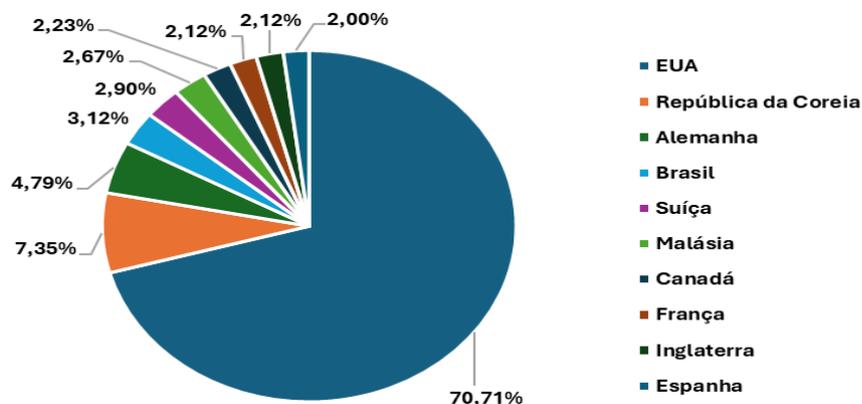
Na Figura 8 é possível observar que o Brasil ocupa o quarto lugar com 28 documentos, o que é consistente com o número de detentores das patentes. A China e o Japão não têm inventores entre os 10 primeiros, o que é coerente com os detentores das patentes, e essa condição ilustra que são países relevantes para a proteção da propriedade intelectual.

Figura 7 – Principais inventores



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo com base nos dados da Espacenet (2024)

Figura 8 – Países dos inventores



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo com base nos dados da Espacenet (2024)

4 Considerações Finais

A prospecção tecnológica realizada no presente trabalho teve como objetivo buscar a precedência e as similaridades com o uso do açaí como matéria-prima para produtos voltados para a beleza, a higiene e os cosméticos, tornando-se uma ferramenta eficaz e estratégica para auxiliar a gestão relacionada ao monitoramento tecnológico e o seu desenvolvimento ao longo do tempo, tornando-se, portanto, essencial para a tomada de decisão em relação ao avanço tecnológico e aos investimentos a serem canalizados para essa área estratégica das empresas.

A base de dados utilizadas foi a Espacenet, que é gratuita, atualizada diariamente e que permite o acesso a mais de 130 milhões de documentos, nesse caso, sua escolha foi baseada nesses fatores. As palavras-chave utilizadas foram açaí, *cosmetic** e *skin** e suas variações. O conector booleano AND foi utilizado para ligar as palavras. Como filtro, usou-se os códigos da CIP A61K e A61Q, que se referem ao uso humano, encontrando-se um total de 467 patentes concedidas.

O recorte temporal foi dos últimos 20 anos, iniciando em 2004 até abril de 2024, com um pico em 2022, quando foram concedidas 62 patentes. O maior crescimento percentual ocorreu em 2007, e o maior declínio foi em 2023. A linha de tendência linear e a exponencial é de crescimento no número de patentes concedidas, o que é um bom sinal para quem deseja explorar esse campo de estudo.

Os países mais prioritários foram os EUA, a China e a Coreia do Sul, no entanto, a China não se posiciona entre os 10 primeiros quando se trata de país de inventor ou do detentor da patente, o que demonstra que as empresas titulares das patentes estão interessadas em proteger as suas invenções nos mercados promissores, o que tende a facilitar a criação de nichos nesses mercados e a competitividade das empresas desse campo tecnológico. O Brasil se destaca em todos os itens estudados, ficando sempre entre os 10 primeiros.

Os maiores detentores foram as empresas dos segmentos de higiene, beleza e cosméticos, sem nenhuma universidade se destacando no Top 10. Com os filtros realizados, essa condição já era esperada. Os EUA, a Coreia do Sul e a Alemanha foram destaques nesse campo de estudo, sendo que a China não se destacou nessa área e essa mesma condição se repete com os países dos inventores.

O açaí aparece como um ingrediente inovador na produção de cosméticos, gerando benefícios para a saúde e a sustentabilidade.

O presente trabalho contribui para o entendimento sobre o potencial do açaí na indústria cosmética, além de fornecer uma visão para futuras pesquisas.

5 Perspectivas Futuras

O açaí é uma fruta originária da região amazônica, mas a sua produção está mais relacionada com a indústria alimentícia e o uso na alimentação dos nativos da região, tendo potencial para ser explorada em diversos campos do conhecimento humano e na formulação de novos produtos, o que no futuro vai potencializar a sua utilização, a criação de nichos do mercado e a sua exploração econômica pelos nativos locais.

A criação de novos Centros de Pesquisa e de Desenvolvimento voltados para os estudos relacionados com o açaí tende a aumentar o número de depósitos de patentes em vários campos do conhecimento, não se restringindo apenas ao alimentício, e essa condição tem a capacidade de melhorar a posição atual do Brasil em relação aos detentores de patentes.

Referências

- ABIHPEC – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE HIGIENE PESSOAL, PERFUMARIA E COSMÉTICOS. **A indústria de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos essencial para o Brasil**. 2023. Disponível em: https://abihpec.org.br/site2019/wp-content/uploads/2023/01/Panorama_do_Setor_Atualizado_15.02.23.pdf. Acesso em: 6 abr. 2024.
- ARAÚJO, D. N. **Análise dos fatores de competitividade da cadeia produtiva da polpa do açaí do nordeste paraense**. 2017. 178f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2017.
- BATIHA, G. E. *et al.* A review of the bioactive components and pharmacological properties of Lavandula species. **Naunyn-schmiedeberg's Archives of Pharmacology**, [s.l.], v. 396, n. 5, p. 877-900, 2023.
- BUAINAIN, A. M.; VIEIRA, A. C. P.; SOUZA, R. F. (org.). **Propriedade Intelectual, Royalties e Inovação na Agricultura**. Rio de Janeiro: Ideia D; INCT-PPED, 2023.
- CHEN, W.; YU, X.; YANG, W. Is worldwide patent protection converging? A cross-country index of patent protection strength 1990-2020. **Technology in Society**, [s.l.], v. 76, p. 102451, 2024.
- CONCEIÇÃO, V. S. *et al.* Utilização do coco na produção de cosméticos: uma prospecção tecnológica. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 16, n. 4, p. 1.093-1.107, 2023.
- CORSATTO, C. A.; HOFFMANN, W. A. M. Gestão do conhecimento e inteligência competitiva: delineamento de estratégias de competitividade e inovação para pequenas empresas. **Encontros Bibli: Revista Eletrônica de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, [s.l.], v. 18, n. 38, p. 19-36, set.-dez. 2013. Disponível em: <https://bit.ly/38SiqMi>. Acesso em: 4 fev. 2024.

- COUTINHO, R. V. **A exploração do açaí como alternativa para o desenvolvimento econômico da Amazônia Legal: estudo de caso do estado do Pará (1990- 2010)**. 2017. 85f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional da Amazônia) – Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2017.
- DA SILVA, R. R.; DIAS, T. M. R.; DE CARVALHO SEGUNDO, W. L. R. Collection and Integration of Patent Data for Analysis and Validation of Brazilian Technical Production. **Mobile Networks and Applications**, [s.l.], p. 1-12, 2023.
- DE SOUZA, S. F. *et al.* Ensaio para produção de biofilme a partir de cultura simbiótica de bactérias e leveduras – Scoby em Euterpe oleracea Mart. (AÇAÍ). **Observatório de La Economía Latinoamericana**, [s.l.], v. 21, n. 10, p. 16936-16946, 2023.
- DIAS, O. H. A.; DANTAS, L. A. O uso do protetor solar para prevenção do melanoma maligno cutâneo. **Revista Saúde dos Vales**, [s.l.], v. 1, n. 1, 2023.
- DOS SANTOS, M. S. *et al.* Solução para Mapeamento e Consulta das Competências dos Pesquisadores: uma arquitetura para extração, integração e consultas de informações acadêmicas. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 17, n. 2, p. 671-688, 2024.
- EMERALD, M. *et al.* Perspective of natural products in skincare. **Pharmacy & Pharmacology International Journal**, [s.l.], v. 4, n. 3, p. 1-3, 2016.
- GALEMBECK, F.; CSORDAS, Y. Cosméticos: a química da beleza. **Coordenação Central de Educação a Distância**, [s.l.], v. 1, p. 38-4, 2011.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2019.
- GOMES, M. I. *et al.* Lesões de pele em recém-nascidos durante internamento na unidade neonatal. **Revista Enfermagem Atual in Derme**, [s.l.], v. 97, n. 4, p. e023234-e023234, 2023.
- ISAAC, G. E. A. **O desenvolvimento sustentável do setor cosmético e o comportamento do consumidor frente aos cosméticos sustentáveis**. 2016. 139f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável) – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino, São João da Boa Vista, 2016.
- LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo, SP, 2003.
- MARTINS, A. M.; MARTO, J. M. A sustainable life cycle for cosmetics: From design and development to post-use phase. **Sustainable Chemistry and Pharmacy**, [s.l.], v. 35, p. 101178, 2023.
- MENEZES, E. M. S.; TORRES, A. T.; SABAA SRUR, A. U. Valor nutricional da polpa de açaí (Euterpe oleracea Mart) liofilizada. **Acta Amazônica**, [s.l.], v. 38, p. 311-316, 2008.
- MOHAMADALI, M. *et al.* Design and evaluation of a skin-on-a-chip pumpless microfluidic device. **Scientific Reports**, [s.l.], v. 13, n. 1, p. 8.861, 2023.
- MUKHERJEE, S. Intellectual Property Rights and Patents: Introduction to Intellectual Property Rights. In: MUKHERJEE, S. **Patent Exhaustion and International Trade Regulation**. [S.l.]: Brill Nijhoff, 2023. p. 5-21.
- OLIVEIRA, M. S. P.; FARIAS NETO, J. T.; QUEIROZ, J. A. L. Cultivo e manejo do açaizeiro para a produção de frutos. In: VI ENCONTRO AMAZÔNICO DE AGRÁRIAS. Belém: Universidade Federal Rural da Amazônia, 2014. **Anais [...]**. Belém, PA, 2014.
- PARANHOS, R. 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. 1.274, 2018.
- RIBEIRO, N. M. (org.). **Prospecção tecnológica**. Salvador, BA: IFBA, 2018. [Recurso eletrônico on-line].
- RUSSO, S. L. *et al.* (org.). **Propriedade Intelectual: um guia em forma de questões**. Aracaju: Associação de Propriedade Intelectual, 2016. Disponível em: <https://bit.ly/3gZhXuE>. Acesso em: 14 jun. 2022.
- SANTOS, M. M. *et al.* Prospecção de tecnologias de futuro: métodos, técnicas e abordagens. **Parcerias Estratégicas**, [s.l.], v. 9, n. 19, dez. 2004. Disponível em: <https://bit.ly/302eAMk>. Acesso em: 16 fev. 2024.
- SANTOS, W. P. C. (org.). **Propriedade intelectual**. Salvador, BA: IFBA, 2018. [Recurso eletrônico on-line].
- SANTOS, M. E. S. **Estudo de estabilidade preliminar de formulações cosméticas contendo óleo fixo de açaí e seu complexo em hidroxipropil-gama-ciclodextrina**. 2023. 47f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Farmácia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2023.
- SERIQUE, H. A. prospecção tecnológica e científica: panorama mundial de patentes e publicações científicas a partir do açaí (Euterpe Oleracea). **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, [s.l.], v. 9, n. 4, p. 604-617, 2023.
- SILVA, J. M. W. **Manual de propriedade intelectual para profissionais de comunicação e pesquisadores (relatório técnico)**. 2019. 217f. Dissertação (Mestrado Profissional em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, Salvador, 2019.
- SILVA NETO, A. S.; SILVA, L. M. S.; MELO NETO, B. Utilização do óleo de coco na produção de cosméticos: uma revisão bibliográfica. **Research, Society and Development**, [s.l.], v. 9, n. 11, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i11.10397>.

SOARES, M. **Guia essencial da beleza natural: como usar plantas e minerais nos cuidados com a pele e o cabelo.** [S.l.]: Editora Paralela, 2023.

SOUSA, L. M. de. **Extração de óleo essencial da fruta romã usando materiais alternativos.** 2023. 35f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Instituto Federal da Paraíba, Sousa, PB, 2023.

TAGORE, M. P. B. **O aumento da demanda do açaí e as alterações sociais, ambientais e econômicas: o caso das várzeas de Abaetetuba, Pará.** 2017. 155f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2017. Disponível em: <http://repositorio.ufpa.br/jspui/handle/2011/9548>. Acesso em: 6 abr. 2024.

TEIXEIRA, L. P. **Prospecção tecnológica: importância, métodos e experiências da Embrapa Cerrados.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2013.

VELASQUE, L, F, L.,; LOBO, A, C, M. Revisão de literatura sobre os efeitos terapêuticos do açaí e sua importância na alimentação. **Biosaúde**, [s.l.], v. 18, n. 2, p. 97-106, 2016.

WIPO – WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION. **Guide to the International Patent Classification 2022.** [2022]. Disponível em: <https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=4593&plang=EN>. Acesso em: 13 jul. 2022.

Sobre os Autores

Valdir Silva da Conceição

E-mail: valdirconceicao@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4199-5521>

Mestre em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação pela Universidade Federal da Bahia em 2022

Endereço profissional: Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE. CEP: 49100-000.

Antonio Martins de Oliveira Júnior

E-mail: amartins.junior@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8635-7048>

Doutor em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro em 2006.

Endereço profissional: Av. Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE. CEP: 49100-000.

Marcelo Santana Silva

E-mail: profmarceloifba@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6556-9041>

Doutor em Energia e Ambiente pela Universidade Federal da Bahia em 2015.

Endereço profissional: Rua Emídio Santos, s/n, Barbalho, Salvador, BA. CEP: 40301-015.

Angela Machado Rocha

E-mail: anmach@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0174-3431>

Doutora em Energia e Ambiente pela Universidade Federal da Bahia em 2013.

Endereço profissional: Av. Reitor Miguel Calmon, s/n, Canela, Salvador, BA. CEP: 40110-100.

Prospecção Tecnológica sobre a Síntese de Sabão Líquido a partir do Óleo Residual de Fritura

Technological Forecasting on the Synthesis of Liquid Soap from Waste Cooking Oil

André Luis Bispo Galvão de Souza¹, Ricardo Miguel Gonçalves da Silva¹, Andréia Alves Costa¹

¹Faculdade de Ciências e Tecnologias em Engenharia da Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil

Resumo

As novas tecnologias que visam mitigar os efeitos do descarte incorreto do óleo residual de fritura vêm despertando o interesse da comunidade científica. A síntese de novos produtos a partir do óleo usado de fritura tornou-se uma forma de dar um novo destino a esse rejeito. Neste trabalho foi realizada uma prospecção tecnológica sobre a síntese de sabão líquido a partir do óleo residual de fritura, realizando um mapeamento das produções científicas utilizando as bases de dados Web of Science e Scopus e para o levantamento de patentes, foi utilizada a ferramenta Questel Orbit Intelligence®. As produções científicas apresentaram uma certa oscilação, porém, desde 2021, os números voltaram a crescer, com destaque para Indonésia, Índia e Estados Unidos. Para as patentes, a China se destacou depositando 28 patentes ao todo.

Palavras-chave: Óleo residual de fritura; Sabão líquido; Prospecção Tecnológica.

Área Tecnológica: Prospecção Tecnológica.

Abstract

New technologies that aim to mitigate the effects of incorrect disposal of waste cooking oil have attracted the interest of the scientific community. The synthesis of new products from waste cooking oil has become a way of giving this remains a new destination. In this work, a technological forecasting was carried out on the synthesis of liquid soap from residual frying oil, mapping scientific productions using the Web of Science and Scopus databases, for patents, Questel Orbit Intelligence® was used. Scientific productions showed a certain oscillation, however, since 2021 the numbers have started to increase again, especially in Indonesia, India, and the United States. For patents, China stood out, granting 28 patents in total.

Keywords: Waste cooking oil; Liquid soap; Technological forecasting.



1 Introdução

No contexto social em que o mundo está inserido, o uso de óleos e gorduras (sejam de origem vegetal ou animal) se faz muito presente na culinária (Hanisa; Kumar; Tajul, 2013). Com o aumento da população mundial e das redes de *fast-food*, por exemplo, o McDonald's, que produz cerca de 600 toneladas de óleo residual por dia (Wu *et al.*, 2020), o consumo desse insumo aumentou de forma considerável. De acordo com Joshi, Bhanderi e Patel (2023), Estados Unidos é o país que mais produz óleo de fritura usado no mundo, alcançando 5,5 milhões de toneladas por ano, seguido da China, que produz 5 milhões de toneladas por ano.

O óleo residual de fritura, conhecido como “*waste cooking oil*” ou “WCO”, refere-se ao óleo que foi usado em um processo de fritura ou de cozimento, seja em escala industrial ou comercial (Salimon; Salih; Yousif, 2010). Esse assunto tem se tornado um tema de interesse para muitos cientistas e pesquisadores ao redor do mundo. De acordo com alguns estudos, estima-se que as pesquisas envolvendo óleo residual de fritura começaram em meados da década de 1990 e avançaram consideravelmente nos últimos anos (Sheinbaum-Pardo; Calderón-Iraozque; Ramírez-Suárez, 2013). Um exemplo interessante é o Programa de Extensão Universitária da Universidade de Brasília (UnB), chamado Programa Biogama, que tem o propósito de estreitar o diálogo da academia com a população, apresentando os impactos ambientais relacionados ao descarte incorreto do óleo residual de fritura no meio ambiente (Braga; Lindinger; Lopes, 2017).

Entre outros fatores, o aumento das buscas sobre esse tema se dá pelo crescimento de problemas ambientais causados pelo descarte incorreto desse resíduo. O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, 2023), em inglês *Intergovernmental Panel on Climate Change*, prevê que, para o desenvolvimento sustentável de uma nação, é de suma importância que haja água potável e saneamento básico para a população. O descarte inapropriado do WCO fere de forma incisiva esse pilar do desenvolvimento sustentável.

O WCO possui um grande potencial de poluição, especialmente na qualidade da água. Estudos indicam que 1 kg de óleo é capaz de cobrir 1.000 m² de água (Landi *et al.*, 2022), e essa cobertura superficial que o óleo causa quando

está em contato com a água pode causar uma série de danos para o ecossistema.

Além do impacto ambiental causado pelo descarte desse resíduo, pode-se destacar o valor comercial do WCO. Landi *et al.* (2022) indicam que, além do prejuízo ambiental, há também o prejuízo financeiro causado pelo descarte incorreto, e esse déficit gira em torno de 3 kWh/kg, o que seria equivalente a R\$ 1,71 por kg.

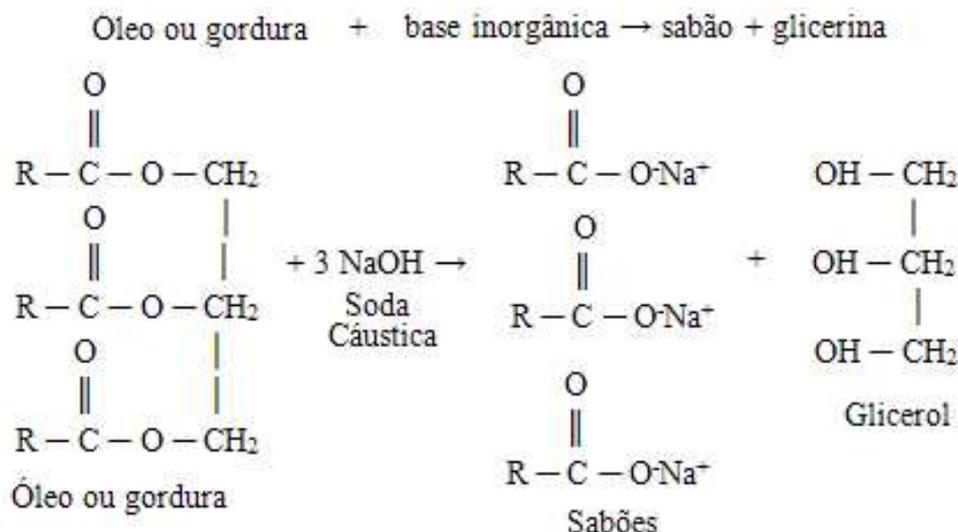
O valor de mercado do WCO foi avaliado em US\$ 6,04 bilhões em 2018, e estima-se que, no ano de 2026, o valor desse mercado seja de US\$ 8,8 bilhões (Van Grinsve *et al.*, 2020). Ao realizar uma análise pela óptica da economia circular e considerado que esse rejeito pode se tornar um produto de maior valor agregado, as pesquisas sobre métodos de purificação, preparo e síntese de novos produtos, agregados a diferentes métodos de caracterização desses produtos, tiveram um aumento significativo nos últimos anos. Entre tantas possibilidades, é possível citar o uso do WCO para produção de sabão (líquido e sólido), biocombustíveis, biossurfactantes, biolubrificantes entre outros (Fonseca *et al.*, 2022; Xiong *et al.*, 2019; Cheng *et al.*, 2023; Lopes Romero *et al.*, 2020).

Uma das formas mais antigas empregadas para reutilizar o WCO é a produção de sabão em barra. Pode-se compreender a saponificação como sendo a hidrólise do éster em solução básica (McMurry, 2016).

Entretanto, pouco avanço tecnológico é observado para a produção de produtos cosméticos mais refinados ou requintados utilizando o WCO, por exemplo, para a produção de sabão líquido. Nesse sentido, a prospecção tecnológica é uma ferramenta importante para mapear e avaliar as inovações relacionadas a uma determinada tecnologia. Para realizar esse estudo, utiliza-se da análise e identificação de tendências sobre determinado assunto (Silva; Braga; Costa, 2023; Da Conceição *et al.*, 2023).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi coletar, analisar e classificar dados obtidos de produções científicas e de patentes sobre a produção de sabão líquido a partir do óleo residual de fritura. Esse tema apresenta um potencial interessante para uma nova forma de reutilizar um material residual, transformando-o em um produto mais sofisticado e com maior valor agregado.

Figura 1 – Exemplo de reação de saponificação



Fonte: Preparaenem (2024)

2 Metodologia

A metodologia adotada neste estudo consiste na busca e no mapeamento de produções científicas sobre o assunto em questão. Para esta pesquisa, foi realizada uma busca de artigos, artigos de revisão e capítulos de livros utilizando a combinação de palavras-chave e operadores booleanos nas bases Scopus e Web of Science. Foram selecionados apenas os trabalhos publicados entre 2013 e 2023.

Com o objetivo de coletar uma maior quantidade de arquivos e abranger todos os campos de interesse, foi realizada uma busca combinada relacionando os principais tópicos referentes a esse tema. Tendo em vista que a grande maioria dos trabalhos encontrados nas bases de dados utilizadas possui termos em inglês, optou-se por utilizar esse idioma nas buscas. O Quadro 1 indica os termos utilizados neste estudo.

Quadro 1 – Combinação das palavras-chave utilizadas na busca por artigos

BUSCA	TERMO DE BUSCA
1	“waste cooking oil” AND “soap”
2	“waste cooking oi” AND “liquid soap”
3	((“frying” OR “Kitchen” OR “used” OR “cooking”) AND “oil”) AND “liquid soap”

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2024)

Essa busca teve como intuito compreender as diferentes associações dos termos utilizados pela comunidade

científica para tornar a pesquisa mais abrangente. As buscas procuram obter processos de produção de sabão líquido proveniente do óleo residual de fritura, assim como estudos sobre métodos de purificação do WCO e métodos de caracterização do produto. Cada uma das bases possibilita importar os dados das buscas na forma de uma planilha Excel, e, dessa forma, foi possível comparar os resultados utilizando funções disponíveis no *software* e, assim, analisar cada um dos resultados sem o uso de duplicatas.

Para a busca de patentes, foi utilizada a ferramenta Questel Orbit Intelligence®. Assim como na busca por produções científicas, foi mantida a combinação das palavras-chave utilizadas. O Quadro 2 apresenta a combinação utilizada na busca no Questel Orbit Intelligence®.

Quadro 2 – Combinação das palavras-chave utilizadas na busca por patentes

BUSCA	TERMO DE BUSCA
1	(waste cooking oil) AND (soap)
2	(waste cooking oil) AND (liquid soap)
3	((frying OR Kitchen OR used OR cooking) AND oil) AND (liquid soap)

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2024)

Os resultados dos mapeamentos das produções científicas e dos pedidos de patentes foram sintetizados e expostos como resultados desta prospecção tecnológica. Para facilitar o entendimento dos resultados, ao se referir aos termos de busca usados (combinações de palavras-chave), serão usados os códigos de busca 1, busca 2 ou busca 3.

3 Resultados e Discussão

Os resultados apresentados foram divididos entre a análise das produções científicas e a análise das patentes encontradas relacionadas ao tema.

3.1 Análise das Produções

O objetivo principal desta etapa foi identificar o número de produções e os aspectos desses estudos, bem como avaliar a relação de cada um deles com o tema escolhido. No Quadro 3, estão apresentados os dados obtidos (com e sem as duplicatas) referentes às pesquisas em cada uma das bases de dados para cada uma das combinações.

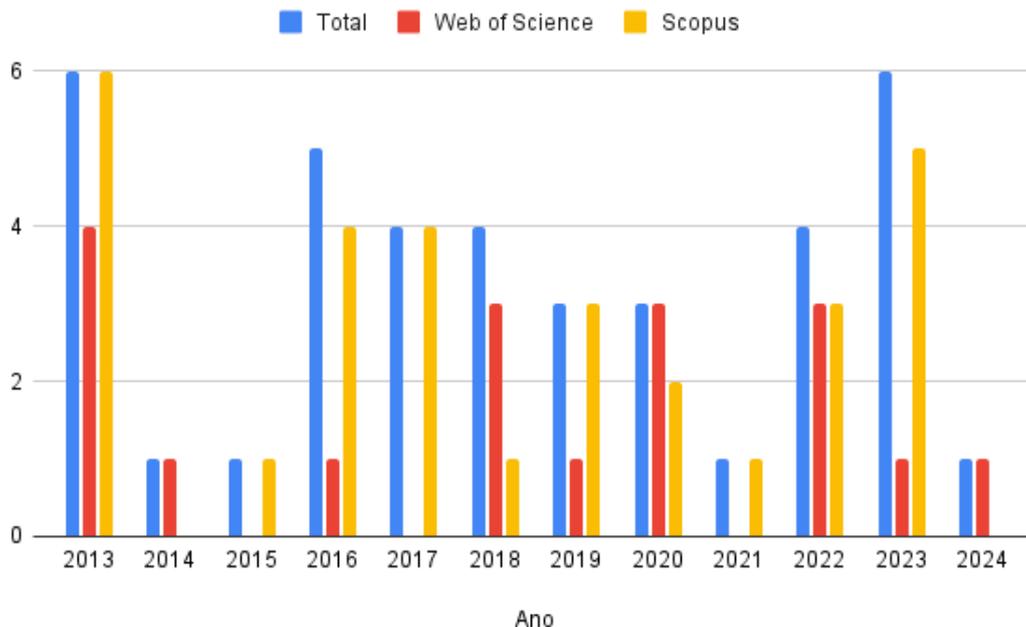
Quadro 3 – Número de resultados encontrados nas buscas por produções científicas

BUSCA	WEB OF SCIENCE	SCOPUS	TOTAL SEM DUPLICATAS
1	50	68	95
2	0	1	1
3	18	29	36

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2024)

Os resultados observados na busca 1, embora tenham sido quantitativamente melhores, não apresentaram artigos

Figura 2 – Artigos produzidos sobre síntese e caracterização de sabões



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

que pudessem colaborar com o objeto desta pesquisa. Já os dados obtidos com a busca 2 apresentaram um único artigo, o qual foi encontrado nos resultados da busca 3. Após análise minuciosa das três buscas realizadas, optou-se por analisar somente os resultados da busca 3, que condensou os trabalhos de maior interesse relacionados com o objetivo central deste trabalho.

Com base na janela de tempo adotada e no número de resultados encontrados, foi possível analisar os anos com maior número de publicações a respeito do tema. A Figura 2 apresenta de forma gráfica os anos em que as publicações foram mais recorrentes.

Analisando a Figura 2, nota-se uma certa oscilação no número de publicações que envolvem o tema, porém, é possível perceber que a partir do ano de 2022, as pesquisas envolvendo esse tema voltaram a crescer. Percebe-se também que no ano de 2024 consta uma publicação, esse artigo em questão foi produzido em 2022 e aceito em 2023, porém, a edição da revista em que ele foi publicado é do ano de 2024.

Ainda trabalhando nos resultados das buscas, pode-se analisar também como essas produções estão distribuídas ao redor do mundo. A partir dos dados coletados, é possível mapear graficamente os países que mais produziram estudos em relação a cada base de dados e, também, o valor total de resultados, desconsiderando as duplicatas. A Figura 3 mostra a relação de produções por países.

Nas produções científicas sobre síntese de sabão líquido proveniente do WCO, os países que mais se destacam são a Indonésia e os Estados Unidos, apresentando uma quantidade maior de artigos no total. Essa predominância pode estar associada ao fato de que esses dois países estão entres os maiores produtores de WCO, apresentando elevada relação com sua cultura alimentar (Wu *et al.*, 2020; Joshi; Bhanderi; Patel, 2023). Vale ressaltar que uma grande parte desses trabalhos acadêmicos são fruto de produções em colaboração internacional.

A síntese de sabão líquido foi retratada em diversos estudos, porém, oito deles se destacaram devido à inovação nos métodos empregados para essa produção (tratamento do óleo, síntese do sabão ou caracterização). Embora poucos trabalhos apresentem o uso direto do WCO na produção de sabão líquido, serão comentados os principais resultados observados neste mapeamento tecnológico.

Cheng *et al.* (2023) promoveram um estudo utilizando a casca de laranja banhada no etanol 95% como adsorvente de rejeitos sólidos presentes no WCO. Além disso, os autores também testaram os efeitos alterando a proporção de etanol e casca de laranja (10%, 15%, 20%, 25% e 30%). Feitos os testes, constatou-se que a proporção em que se obteve o melhor resultado foi de 15%.

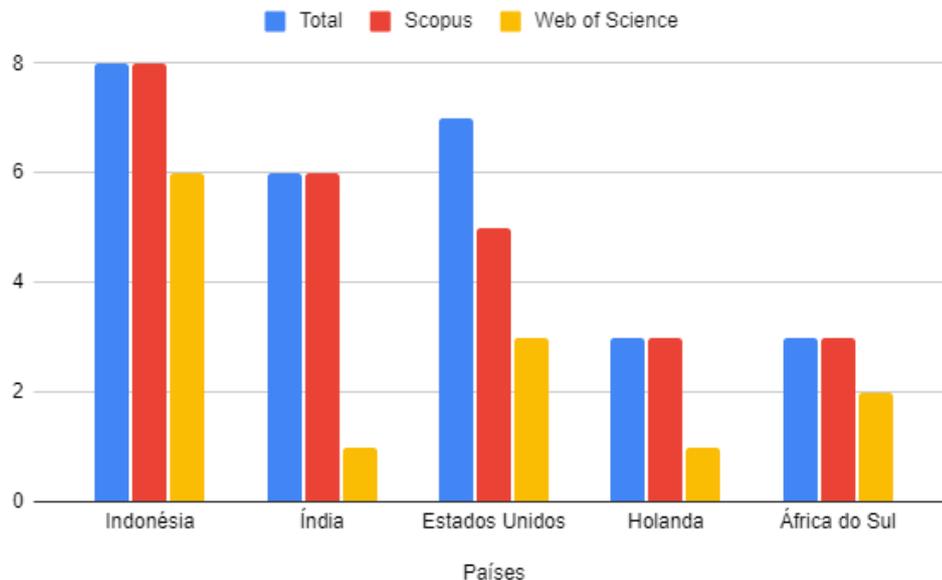
Já Widyasanti, Ayuningtyas e Rosalinda (2020) abordaram a síntese de sabão líquido a partir do óleo virgem de rícino. Esse óleo apresenta muitos benefícios para a pele, deixando-a com um aspecto mais macio. Além da síntese do sabão líquido, o estudo também analisou os efeitos de diferentes concentrações de extrato de chá branco e comparou cada resultado de acordo com a normas sanitárias

da indonésia (SNI). Esse estudo foi importante para essa prospecção tecnológica, pois além da confecção do produto, também foram abordados métodos de caracterização importantes, conforme as exigências da norma sanitária, uma etapa indispensável da produção do sabão líquido.

Hennessey-Ramos, Murillo-Arango e Tovar Guayabo (2019) apresentaram as propriedades antioxidantes, antimicrobianas, capacidade de coloração *in vitro* de extratos obtidos de sementes de abacate (óleo de abacate e colorante). O óleo do abacate foi utilizado para a confecção de sabão líquido, e o colorante também foi utilizado no processo. Os estudos feitos nesse trabalho relataram as propriedades do óleo após a caracterização e os efeitos do colorante no sabão líquido. Notou-se que o óleo de abacate tem um grau elevado de insaturação e que ele apresenta um grau de saponificação de 190,74 mg KOH g^{-1} . Já o colorante extraído apresentou um comportamento estável no sabão líquido.

Widyaningsih *et al.* (2018) estudaram as melhores condições para a síntese de um sabão líquido a partir do óleo de Nyamplung, com a adição de fragrância e de cúrcuma com a finalidade de combater a bactéria *Staphylococcus aureus*. Além da síntese, o estudo também visa a caracterizar o produto e a comparar os resultados com base na legislação sanitária, que, nesse caso, trata-se do órgão de vigilância da indonésia (SNI). Com os resultados obtidos, constatou-se que o melhor sabão obteve ácidos graxos totais de 67,49%, ácidos graxos livres de 1,01%, gordura neutra de 7,24%, densidade d 1,05 g/ml, pH de 9,85 e zona de inibição de 14,92 mm.

Figura 3 – Número de artigos produzidos por países



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

Gambardella *et al.* (2023) trazem de forma inovadora a produção do sabão em gel à base de matérias-primas derivadas de resíduos: (óleo de soja usado e gordura de bacon). Os autores alegam que o sabão em gel é mais simples de armazenar e fazer porções do produto. Além disso, as fases do sabão podem ser controladas utilizando forças de cisalhamento e calor. Esse estudo fornece um panorama interessante sobre alternativas sustentáveis para WCO e métodos interessantes de caracterização do produto.

Lopes Romero *et al.* (2020) apresentaram um projeto produzindo sabão líquido proveniente do WCO, com a finalidade de distribuir para famílias em situação de vulnerabilidade social em prol do combate à pandemia de Covid-19. Além do aspecto social, esse estudo trata da produção de sabão líquido em larga escala, tendo em vista que 2.000 litros de sabão foram produzidos para a distribuição.

Hartini *et al.* (2021) exploraram a análise combinatória entre métodos de purificação do óleo residual de fritura, método de preparação do sabão e variação na concentração de KOH, a fim de encontrar o sabão com os melhores resultados apresentados, conforme prevê o órgão sanitário da Indonésia (SNI). Feitas as amostras e a caracterização do sabão líquido, a amostra que apresentou os resultados mais satisfatórios foi o “método frio”, com 22,5% de KOH e purificação com carbono ativado. Essa amostra em questão obteve valor de pH igual 9,00, com 0,05 de alcalinidade livre e ácidos graxos livres de 0,32.

Wijana, Puspita e Rahmah (2019) tiveram como objetivo determinar o melhor solubilizante para dissolver óleos essenciais para a produção de sabonete transparente e, também, adicionar substâncias naturais que possuem atividade antibacteriana, especialmente contra a *Staphylococcus aureus*. Após a realização dos experimentos,

constatou-se que o melhor solubilizante consiste em 20% de açúcar líquido, 18% de etanol e 18% de glicerina. Com o sabão obtido, as análises feitas demonstraram que o raio de inibição do produto foi de $10,17 \pm 2,753$ mm.

3.2 Análise das Patentes

As buscas apresentadas na seção anterior foram inseridas no Questel Orbit Intelligence® com o intuito de mapear o panorama dessas novas invenções sobre a produção de sabão líquido a partir de WCO. Os resultados de cada uma das combinações foram organizados e apresentados no Quadro 4.

Quadro 4 – Número de famílias de patentes encontradas em cada busca

BUSCA	NÚMERO DE FAMÍLIAS DE PATENTES
1	17
2	1
3	156

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2024)

As buscas 1 e 2 não apresentaram resultados pertinentes ao tema. Ao realizar uma análise criteriosa das patentes relacionadas nas três buscas, optou-se por escolher somente os resultados da busca 3. As famílias de patentes encontradas por meio da busca 3 estão distribuídas em diversas áreas do conhecimento. Nota-se que uma pequena parte dessas famílias de patentes encontra-se concedida. A Figura 4 relaciona de forma gráfica o percentual de patentes encontradas e o *status* legal de cada uma.

Figura 4 – Status legal das famílias de patentes



Fonte: Orbit Intelligence (2024)

Tomando os valores percentuais referentes ao *status* legal das famílias das patentes, nota-se que 18,6% das patentes encontram-se concedidas, logo, os direitos de propriedade intelectual sobre essas invenções encontram-se vigentes e reconhecidos. A parcela de 7,1% trata-se das patentes pendentes, e esse percentual diz respeito às patentes em que o pedido de patente já foi realizado, porém, ainda não foram confirmados e se encontram em processo de análise.

Outro resultado interessante é sobre as patentes revogadas, que representam 12,8% das patentes estudadas. Esse *status* legal indica que, por algum motivo, essas patentes encontram-se com seus direitos de propriedade intelectual suspensos e invalidados. Os motivos pelos quais essa condição ocorre podem estar atribuídos à falta de atualização, à violação de direitos ou ao não cumprimento de requerimentos formais.

Já as patentes expiradas correspondem a 21,8%. Isso implica dizer que o prazo de exclusividade concedido a seus inventores já não pertence mais a eles. Quando uma patente se encontra nesse estado, isso quer dizer que o domínio dessa tecnologia se torna público. A parcela de patentes caducas diz respeito a 40% das patentes, e esse estado se refere a patentes que foram canceladas devido à ausência de pagamento das taxas de renovação ou à falta de manutenção dentro do prazo estipulado.

Levando em consideração as famílias de patentes encontradas, elas não se encontram totalmente restringidas à síntese de sabão líquido a partir do WCO. Muitas patentes encontradas tratam ou de síntese de sabão líquido ou de síntese de produtos à base de WCO aplicados em outros contextos. Para isso, foi necessário analisar a quais áreas de conhecimento essas patentes estão relacionadas. A Figura 5 gerada pelo Questel Orbit Intelligence® apresenta as áreas que mais depositaram patentes.

Com base na Figura 5, nota-se que as áreas do conhecimento que mais apresentam resultados são: *Basic materials chemistry* (Química de material básica); *Organic fine chemistry* (Química orgânica fina); *Surface technology* (Tecnologia de superfície); *Pharmaceuticals* (Farmacêuticos); *Chemical engineering* (Engenharia química). Tendo em vista as cinco áreas do conhecimento destacadas, quatro delas apresentam relação direta com o tema principal da pesquisa.

A ferramenta Questel Orbit Intelligence® possibilita também a análise de termos que se referem ao tema da pesquisa. A Figura 6 traz os termos que mais foram relacionados com a síntese de sabão líquido a partir do óleo residual de fritura.

Figura 5 – Principais áreas do conhecimento relacionadas à busca

Analysis of biological materials (2) | **Basic materials chemistry** (75) | Biotechnology (1) | Chemical engineering (6) | Civil engineering (6) | Electrical machinery, apparatus, energy (1) | Environmental technology (2) | Food chemistry (1) | Furniture, games (5) | Handling (4) | Machine tools (1) | Macromolecular chemistry, polymers (5) | Materials, metallurgy (3) | Measurement (1) | Medical technology (4) | **Organic fine chemistry** (78) | Other consumer goods (6) | Other special machines (1) | Pharmaceuticals (11) | Surface technology, coating (13) | Textile and paper machines (7) | Thermal processes and apparatus (1) |

Fonte: Orbit Intelligence (2024)

Figura 6 – Termos associados ao tema

Castor oil (15) | **Coconut oil** (29) | Defect (16) | Deionized water (16) | Disinfecting (17) | Escherichia (16) | Essential oil (14) | Fatty acid (22) | Fragrance (22) | **Hand sanitizer** (39) | Irritation (16) | **Liquid soap** (42) | Olive oil (24) | Palm oil (14) | Potassium hydroxide (23) | Preservative (20) | **Raw material** (29) | Relieving itching (14) | Room temperature (15) | Saponification (15) | Saponificatic reaction (13) | **Skin** (28) | **Soap** (33) | **Soap solution** (29) | Sodium hydroxide (17) | **Standing** (25) | Sterilization (14) | **Surfactant** (22) | Thickening agent (16) | Traditional chinese medicine (18) |

Fonte: Orbit Intelligence (2024)

Ao analisar a Figura 6, é possível observar que os termos-chave como *Liquid soap* (Sabão Líquido); *Hand sanitizer* (Desinfetante para as mãos); *Soap* (Sabão) e *Coconut oil* (Óleo de coco) foram os termos que mais foram associados ao tema. Esse dado significa que esses conceitos são constantemente abordados nas patentes depositadas. Os resultados denotam um certo interesse na busca por novos destinos para o WCO, e as patentes corroboram que, além de um interesse ecológico, há também um interesse comercial nessas tecnologias que estão sendo estudadas.

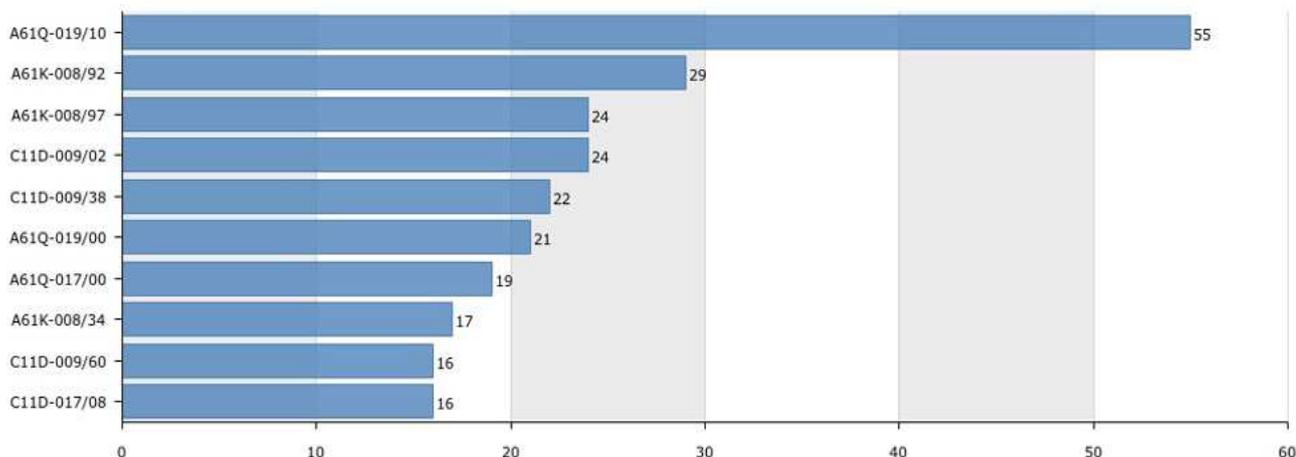
Entre os termos mais comuns nessa busca, pode-se notar que o óleo de coco aparece em um número considerável de vezes, pois alguns estudos e patentes trabalham com a confecção de sabão líquido a partir desse insumo. Embora essas patentes e os estudos não apresentem uma relação direta com o tema em questão, esses trabalhos mostram processos, métodos de síntese ou análises para caracterização final de produto que podem ser utilizadas para a produção de sabão líquido a partir do WCO.

Dessa forma, foi necessário analisar os códigos da Classificação Internacional de Patentes (CIP) de cada família e identifica-los com base na área do conhecimento em que cada patente está inserida. A Figura 7 relaciona os dez principais códigos da CIP e o número de patentes por código encontrado.

Para uma melhor análise da Figura 7, é necessário interpretar o que cada código da CIP significa. O Quadro 5 tem por finalidade relacionar cada código da CIP com o seu significado. Vale ressaltar que os códigos da CIP foram dispostos de forma decrescente, conforme apresentados na Figura 7.

Outra análise muito importante e interessante a ser considerada trata do mapeamento dos países que mais depositaram patentes nessa área. Feita essa análise, é possível observar as nações que mais publicaram sobre o tema. A Figura 8 mostra a distribuição geográfica das patentes encontradas.

Figura 7 – Número de patentes por código da CIP



Fonte: Orbit Intelligence (2024)

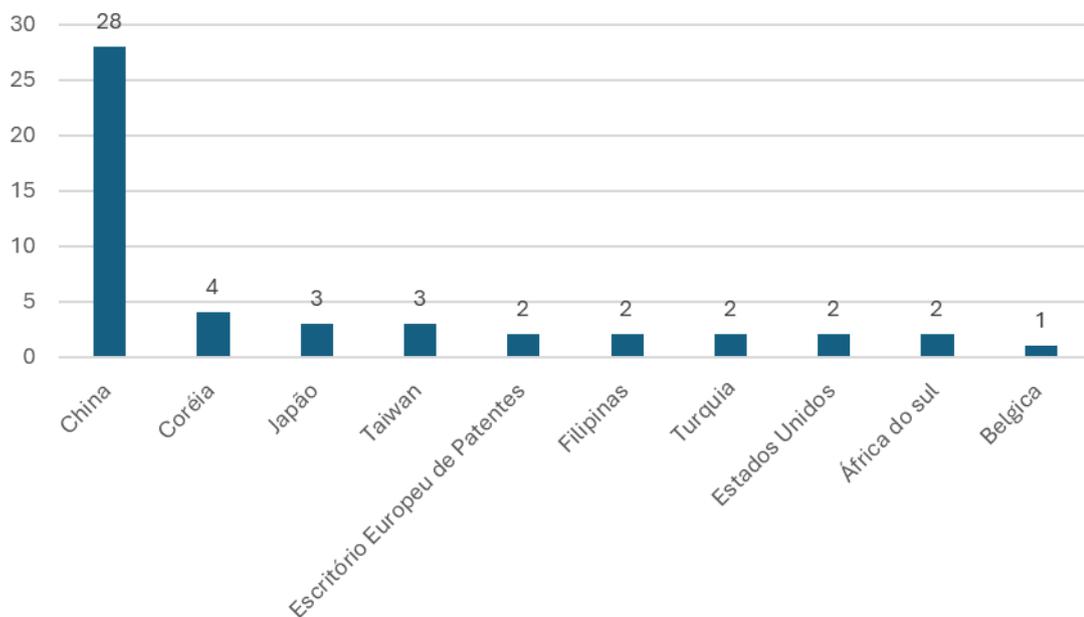
Quadro 5 – Códigos da CIP e seus respectivos significados

CÓDIGO CIP	SIGNIFICADO
A61Q-019/10	Preparações para limpeza ou banho
A61K-008/92	Preparações contendo óleo, gorduras ou cera
A61K-008/97	Preparações contendo derivados de algas, líquens, fungos ou plantas
C11D-009/02	Composição de detergentes baseados em sabões alcalinos ou de amônio
C11D-009/38	Composição de detergentes baseados em produtos que a composição não é bem definida
A61Q-019/00	Preparações para tratamento da pele
A61Q-017/00	Preparações de barreira; Preparações para contato direto com a pele protegendo contra influências externas

CÓDIGO CIP	SIGNIFICADO
A61K-008/34	Cosméticos ou preparações similares para higiene pessoal contendo Álcoois
C11D-009/60	Composições de detergentes baseados em Misturas de ingredientes
C11D-017/08	Materiais detergentes caracterizados por sua forma ou propriedades físicas (Sabão líquido ou em capsulas)

Fonte: Adaptado do INPI (2024)

Figura 8 – Número de patentes depositadas por país



Fonte: Adaptada de Orbit Intelligence (2024)

Observa-se que a China deposita consideravelmente mais patentes relacionadas ao tema do que os outros países. Esse fato está vinculado à alta produção de WCO. Essa alta demanda ocasiona a necessidade de lidar com o

destino adequado desse material de forma sustentável e economicamente viável. A Figura 9 ilustra visualmente a forma como essas patentes estão distribuídas.

Figura 9 – Principais países com depósito de patentes concedidas sobre o tema



Fonte: Orbit Intelligence (2024)

Com base nos resultados encontrados, foram analisadas as patentes que possuem potencial de contribuir com o desenvolvimento de novas tecnologias sobre a síntese de sabão líquido a partir do WCO. No período da produção desta prospecção tecnológica, foi selecionada a principal família de patente que se relaciona ao tema, a qual será descrita a seguir.

Chunming *et al.* (2021) depositaram um pedido de patente sobre um método de produção de sabão líquido a partir do WCO. Esse método consiste em tratar o óleo residual numa faixa de temperatura entre 70 °C e 110 °C e adicionar uma solução alcalina ao óleo usado repetidas vezes para realizar a saponificação. Assim que o sabão líquido é sintetizado, mistura-se o sabão sólido com água e adiciona-se um agente solubilizante, um surfactante e um quelante até que o sabão se dissolva. Feito isso, basta armazenar entre 12 e 48 horas e o sabão líquido estará pronto. O pedido de patente foi depositado na China e, no presente momento, encontra-se pendente.

O número pequeno de patentes relacionadas com o tema pode estar relacionado à dificuldade de implementação de processos de purificação, de produção e de caracterização do produto final que sejam economicamente viáveis para a produção de sabão líquido em larga escala. Outras formas de reutilização do WCO já são exploradas, porém, estudos sobre a produção de produtos mais sofisticados e elaborados provenientes desse material residual podem ser consideradas recentes diante dessa perspectiva.

Ao analisar os dados obtidos nesta prospecção tecnológica com alguns aspectos culturais, econômicos e geopolíticos, percebe-se que o número alto de patentes depositadas pela China reflete o interesse comercial dessa nação em reaproveitar esse resíduo alimentar, apontando, portanto, para uma abordagem inovadora no uso do WCO.

4 Considerações Finais

Por meio das buscas realizadas sobre as produções científicas e patentes, esta prospecção tecnológica indicou que, do ano de 2016 até 2021, as pesquisas apresentaram um comportamento de queda, sendo que o número de pesquisas voltou a crescer novamente após o ano de 2021. Entre as produções encontradas, oito delas apresentaram uma abordagem interessante sobre a síntese de sabão líquido a partir do óleo residual de fritura, esse número indica que as pesquisas sobre novas tecnologias de transformação do WCO em produtos mais requintados ainda estão, de certa forma, incipientes.

Assim como a busca por produções científicas apresentou poucos trabalhos sobre essa temática, a busca por patentes mostrou um comportamento semelhante. O interesse sobre a utilização do WCO para produção de sabão líquido não apresentava números muitos significativos, porém, desde 2021, percebe-se que o interesse sobre esse tema está crescendo.

A Indonésia destacou-se na produção de artigos relacionados ao tema, porém, no depósito de patentes, não apresentou números muitos significativos. Já a China se comportou de maneira oposta, apresentando um número não muito alto de publicações científicas, mas com um bom número de depósitos de patentes.

Este estudo indicou que há interesse em novas formas de reciclar o WCO, no entanto, foi possível observar que pesquisas sobre métodos para a produção de sabão líquido proveniente desse rejeito ainda se encontram em um estágio muito inicial, necessitando, assim, de novas tecnologias para promover inovação, pesquisa e desenvolvimento que promova produtos mais requintados a partir desse material residual: o WCO.

5 Perspectivas Futuras

Os estudos provaram que é factível a produção de sabão líquido a partir do WCO. Algumas pesquisas já apresentam um resultado satisfatório na síntese desse produto, porém, ainda há uma margem muito grande para o desenvolvimento de novas tecnologias que sejam economicamente viáveis para essa produção.

Esse é um campo muito promissor para a comunidade científica e para as indústrias que venham a investir em pesquisa e desenvolvimento, principalmente no que diz respeito a novos métodos de tratamento do óleo, a equipamentos e dispositivos para produção em larga escala de sabão líquido proveniente do WCO de forma prática e segura e a novos métodos de caracterização desse sabão líquido.

O uso de insumos provenientes de material residual é de extrema relevância quando se considera o desenvolvimento sustentável do planeta terra, e, por isso, se faz muito necessário o surgimento de propostas inovadoras sobre esse assunto.

Referências

- BRAGA, P. R. S.; LINDINGER, A. A. C.; LOPES, R. V. V. BIOGAMA – Reciclagem de Óleo de Fritura e Conscientização Ambiental a partir de Coleta Seletiva na Comunidade do Gama – DF. **Revista Interdisciplinar de Pesquisa em Engenharia**, [s.l.], v. 1, p. 1-4, 2017.
- CHENG, G. *et al.* A novel method for the green utilization of waste fried oil. **Particuology**, [s.l.], v. 84, p. 1-11, 2023.
- CHUNMING, W. *et al.* **Method for preparing liquid soap from kitchen waste oil**. 2021CN-0817732, 2021.
- DA CONCEIÇÃO, V. S. *et al.* Prospecção tecnológica relativa ao uso do Azeite de Dendê como matéria-prima para a fabricação de sabão. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, [s.l.], v. 3.771-3.786, 2023.
- FONSECA, T. C. de S. *et al.* Multifunctional, stable and low-cost lipopeptide biosurfactant produced by *Enterobacter cloacae* UCP 1597. **Research, Society and Development**, [s.l.], p. 11-15, 2022.
- FOO, W. H. *et al.* Recent advances in the conversion of waste cooking oil into value-added products: A review. **Fuel**, London, England, v. 324, p. 124539, 2022.
- GAMBARDELLA, A. *et al.* Formulation of biobased soap gels from wasteredived feedstocks. **RSC Sustainability**, [s.l.], p. 584-591, 2023.
- HANISA, K.; KUMAR, S.; TAJUL, A. Y. The Management of Waste Cooking Oil: A Preliminary Survey. **Health and the Environment Journal**, [s.l.], v. 4, p. 76-81, 2013.
- HARTINI, S. *et al.* Optimal treatment combination for dishwashing liquid soap based on waste cooking oil according to the requirement of Indonesian quality standards. **Evergreen**, [s.l.], p. 492-498, 2021.
- HENNESSEY-RAMOS, L.; MURILLO-ARANGO, W.; TOVAR GUAYABO, G. Evaluation of a colorant and oil extracted from avocado waste as functional components of a liquid soap formulation. **Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín**, [s.l.], v. 72, n. 2, p. 8.855-8.862, 2019.
- INPI – INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL. **WIPO IPC Policiation**. 2024. Disponível em: <http://ipc.inpi.gov.br/classifications/ipc/ipcpub/>. Acesso em: 7 abr. 2024.
- IPCC – INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Página de busca**. [2023]. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/>. Acesso em: 13 mar. 2024.
- JOSHI, J. R.; BHANDERI, K. K.; PATEL, J. V. Waste cooking oil as a promising source for bio lubricants – A review. **Journal of the Indian Chemical Society**, [s.l.], v. 100, n. 1, p. 100820, 2023.
- LANDI, F. F. A. *et al.* Environmental assessment of four waste cooking oil valorization pathways. **Waste Management**, New York, v. 138, p. 219-233, 2022.
- LOPES ROMERO, A. *et al.* Nova pandemia, velhas formas de prevenção: fabricação e doação de produtos saneantes domissanitários para famílias em situação de vulnerabilidade social. **Revista Tecnologia e Sociedade**, [s.l.], v. 16, n. 43, p. 52, 2020.
- MCMURRY, J. **Química Orgânica – Combo**: tradução da 9ª edição norte-americana. [S.l.]: Delmar Cengage Learning, 2016.
- NEOENERGIA. **Composição Tarifária**, 2024. Disponível em: <https://www.neoenergia.com/web/brasil/sua-casa/composicao-tarifaria>. Acesso em: 30 mar. 2024.
- ORBIT INTELLIGENCE. **Orbit Intelligence by Questel®**. [2024]. Disponível em: <https://www.orbit.com/>. Acesso em: 7 abr. 2024.
- PREPARAENEM. **Saponificação**. [2024]. Disponível em: <https://www.preparaenem.com/quimica/reacao-saponificacao.htm>. Acesso em: 10 mar. 2025.
- SALIMON, J.; SALIH, N.; YOUSIF, E. Biolubricants: Raw materials, chemical modifications and environmental benefits. **European Journal of Lipid Science and Technology: EJLST**, [s.l.], v. 112, n. 5, p. 519-530, 2010.
- SHEINBAUM-PARDO, C.; CALDERÓN-IRAZOQUE, A.; RAMÍREZ-SUÁREZ, M. Potential of biodiesel from waste cooking oil in Mexico. **Biomass & Bioenergy**, [s.l.], v. 56, p. 230-238, 2013.
- SILVA, R. M. G.; BRAGA, P. R. S.; COSTA, A. A. Prospecção Tecnológica sobre o Uso de Bagaço de Cana-de-Açúcar e seus Derivados para a Adsorção Seletiva e Compostos Contendo Enxofre no Diesel. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 17, n. 2, p. 361-378, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.9771/cp.v17i2.56621>. Acesso em: 30 mar. 2024.
- VAN GRINSVEN, A. *et al.* Used Cooking Oil (UCO) as biofuel feedstock in the EU. **CE Delft**, December, 2020. Disponível em: https://www.regenwald-statt-palmoel.de/images/pdf/CE_Delft_UCO.pdf. Acesso em: 4 abr. 2024.
- WIDYANINGSIH, S. *et al.* Formulation of Antibacterial Liquid Soap from Nyamplung Seed Oil (*Calophyllum inophyllum* L) with Addition of Curcuma heyneana and its Activity Test on *Staphylococcus aureus*. **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, [s.l.], v. 349, p. 012062, 2018. DOI: 10.1088/1757-899X/349/1/012062.

WIDYASANTI, A.; AYUNINGTYAS, B.; ROSALINDA, S. Characterization of liquid soap from castor oil (*Ricinus communis*) with the addition of white tea extracts. **Earth and Environmental Science**, [s.l.], v. 443, n. 1, p. 012061, 2020.

WIJANA, S.; PUSPITA, T.; RAHMAH, N. L. Optimization of solubilizers combinations on the transparent liquid soap with the addition of peppermint (*Mentha piperita* L.) and lavender (*Lavandula* L.) oil. *In*: AIP CONFERENCES PROCEEDINGS, 2019. **Anais [...]**. [s.l.], 2019.

WU, B. *et al.* Direct conversion of McDonald's waste cooking oil into a biodegradable high-resolution 3D-printing resin. **ACS Sustainable Chemistry & Engineering**, [s.l.], v. 8, n. 2, p. 1.171-1.177, 2020.

XIONG, Y. *et al.* Solid alcohol based on waste cooking oil: Synthesis, properties, micromorphology and simultaneous synthesis of biodiesel. **Waste Management**, New York, v. 85, p. 295-303, 2019.

Sobre os Autores

André Luis Bispo Galvão de Souza

E-mail: andreluisbgd@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-8030-0392>

Graduando de Engenharia de Energia pela Faculdade UnB Gama, Universidade de Brasília.

Endereço profissional: Laboratório de Tecnologias Ambientais, Materiais e Energia (Latame) e Laboratório Biogama, Faculdade de Ciências e Tecnologias em Engenharia, Universidade de Brasília, Brasília, DF. CEP: 7244-210.

Ricardo Miguel Gonçalves da Silva

E-mail: ricardomiguel.gds21@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5350-0408>

Graduando de Engenharia de Energia pela Faculdade UnB Gama, Universidade de Brasília.

Endereço profissional: Laboratório de Tecnologias Ambientais, Materiais e Energia (Latame) e Laboratório Biogama, Faculdade de Ciências e Tecnologias em Engenharia, Universidade de Brasília, Brasília, DF. CEP: 7244-210.

Andréia Alves Costa

E-mail: andreiaacosta@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9043-6910>

Pós-doutora em Química pela Universidade de Brasília em 2011.

Endereço profissional: Laboratório de Tecnologias Ambientais, Materiais e Energia (Latame) e Laboratório Biogama, Faculdade de Ciências e Tecnologias em Engenharia, Universidade de Brasília, Brasília, DF. CEP: 7244-210.

A Systematic Review of *R. officinalis* L. Essential Oil: pharmacological properties and technological prospects

Revisão Sistemática do Óleo Essencial de Rosmarinus officinalis L.: propriedades farmacológicas e perspectivas tecnológicas

Silvia Leticia do Nascimento e Silva Ferraz¹, Allan Kayk Sales Meneses¹,
Alexandre Araújo de Souza¹, Sidney Gonçalo de Lima¹

¹Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI, Brasil

Abstract

This study performs a systematic review of scientific and technological data on *Rosmarinus officinalis* essential oil (Ro-EO) and its application in nanostructured formulations. The research highlights the importance of nanotechnological delivery systems to increase solubility, prolong systemic circulation, and control drug release. The main constituents of Ro-EO include 1,8-cineole, α -pinene, and camphor. However, patent analysis has revealed a limited amount of technologies developed for nanoformulations containing Ro-EO. Since 2017, there has been a slowdown in Brazilian innovation related to Ro-EO, possibly due to less interest in new technologies related to essential oil. The reasons for this slowdown deserve further investigation, considering that Ro-EO already has commercial viability, due to its pharmacological properties and low toxicity, making it promising for future applications.

Keywords: Essential oil; *Rosmarinus officinalis*; Technological prospecting.

Resumo

Este estudo realiza uma revisão sistemática de dados científicos e tecnológicos sobre o óleo essencial de *Rosmarinus officinalis* (OE-Ro) e sua aplicação em formulações nanoestruturadas. A pesquisa destaca a importância dos sistemas nanotecnológicos de liberação para aumentar a solubilidade, prolongar a circulação sistêmica e controlar a liberação de fármacos. Os principais constituintes do OE-Ro incluem 1,8-cineol, α -pineno e cânfora. No entanto, a análise de patentes revelou uma quantidade limitada de tecnologias desenvolvidas para nanoformulações contendo o OE-Ro. Desde 2017, observou-se uma desaceleração na inovação brasileira, relacionada ao OE-Ro, possivelmente devido ao menor interesse em novas tecnologias relacionadas ao óleo essencial. As razões para essa desaceleração merecem investigação adicional, considerando que o OE-Ro já apresenta viabilidade comercial, devido às suas propriedades farmacológicas e à baixa toxicidade, tornando-o promissor para aplicações futuras.

Palavras-chave: Óleo essencial; *Rosmarinus officinalis*; Prospecção tecnológica.

Áreas Tecnológicas: Inovação e Desenvolvimento. Propriedade Intelectual. Propriedade Industrial.



1 Introduction

The widespread observations on the use and efficacy of medicinal plants worldwide reinforce the practice of consuming herbal medicines and confirm the information collected over centuries (Mendonça; Silva-Mann; Rabbani, 2014). Nanoemulsions are colloidal dispersions at the nanoscale in which two immiscible solutions are dispersed in each other, creating a kinetically stable and long-lasting preparation (Laranjeira, 2016). They appear as transparent or translucent emulsions with droplet sizes ranging from 20 to 500 nm (Sneha; Kumar, 2022). However, according to Barkat *et al.* (2020), these particles should have a maximum size of 100 nm.

The nanoemulsion system consists of oil, water and specific surfactants and can be an oil-in-water (O/W) or water-in-oil (W/O) dispersion. One of its advantages is its ability to improve skin hydration and elasticity by better penetrating the stratum corneum. In addition, it can improve the permeability of poorly soluble active ingredients, provide a pleasant sensation, and spread better on the skin (Daudt *et al.*, 2013). Essential oils are usually obtained by hydrodistillation from the aerial parts of aromatic and medicinal plants, which are rich in various bioactive compounds such as mono- and sesquiterpenes (Aouadi *et al.*, 2021).

Rosmarinus officinalis L., commonly known as Alecrim in Brazil, is a widely distributed species in the Mediterranean region, including Morocco, France, and Spain (El Kharraf *et al.*, 2021). There is a growing interest in compounds from medicinal plants due to their high content of secondary metabolites with specific chemical properties that make them suitable for therapeutic purposes (Pérez-Mendoza *et al.*, 2020). This study aims to perform a comprehensive systematic review and technological prospecting to collect scientific and technological data on *Rosmarinus officinalis* essential oil and its potential applications in nanostructured formulations.

1.1 Botanical Characteristics and Taxonomy of *Rosmarinus Officinalis*

Rosmarinus officinalis L., Taxonomic Serial n. 32.677 (ITIS, 2018), known in English as Rosemary, in Portuguese as Alecrim, and in Spanish as Romero, is an aromatic plant belonging to the family Lamiaceae, order Lamiales, class Magnoliopsida, and phylum Magnoliophyta (Borges *et al.*, 2019). This versatile plant thrives in dry or moderately moist soils and grows naturally in temperate climates. It is characterized by its linear and evergreen leaves, does not tolerate anaerobic or sodden soils and has moderate tolerance to salinity (Ribeiro-Santos *et al.*, 2015).

Rosemary is a shrubby plant, up to 2 meters in height with perennial green leaves, native to the Mediterranean region. It has an intense aroma and a bitter, astringent, and slightly spicy taste due to the chemical compounds contained in its essential oil, which accumulates in glandular trichomes (Kokkini; Karousou; Hanlidou, 2003; Ribeiro-Santos *et al.*, 2015).

1.2 Physicochemical Properties of the *Rosmarinus officinalis* Essential Oil (Ro-EO)

According to Carreiro *et al.* (2020), the main physicochemical tests for quality control of essential oils are the calculation of refractive index, absolute density and determination of chemical components by chromatography. This study performed a comparative analysis of the physicochemical aspects of commercial and laboratory-cultured (hydrodistilled) essential oils. The result was that there were no differences between the values of refractive index and absolute density when the commercial sample was compared with the cultured sample.

However, there were differences in the chemical composition of the main components, which is because the production of secondary metabolites is influenced by factors external to the plant, such as soil, climate, atmosphere, precipitation, parasite infestation, and so on (Simões *et al.*, 2017). The Brazilian Pharmacopeia characterizes the *Rosmarinus officinalis* essential oil (Ro-EO) as a colorless or slightly yellow-greenish liquid with a strong characteristic odor and aromatic, camphor-like and bitter taste, which must be stored under refrigeration in a hermetically sealed bottle protected from light (Brasil, 2010).

Table 1 – Some physicochemical properties of the Ro-EO

Relative density	0.894 - 0.912
Rotatory power	(-5) – (+15)
Refraction index	1.460 - 1.476
Acidity	< 1 %

Source: Adapted from Brasil (2010)

Atti-Santos *et al.* (2005) conducted a study on the Ro-EO from three harvests in 1998, 1999, and 2000. They found that α -pinene was the major component with 40-45% of the total oil components, followed by 1,8-cineole with 17-19%. The average density of the essential oil of the plants was 0.887 g/cm³, with a refractive index of 1.489 and an optical rotation of +11.82°.

2 Methodology

The search was conducted using the following keywords: *Rosmarinus officinalis* essential oil, *Rosmarinus officinalis* essential oil and nanoformulation, *Rosmarinus officinalis* essential oil and nanoemulsion, which were almost identical for the academic papers and the patent search (with the additional inclusion of the terms nanoformulation and nanoemulsion for the patent search), considering all documents that contained this term in the title and/or abstract. The data were searched in June 2024 for records from 1979 to 2024 and then filtered and organized for further analysis.

Articles were sourced from the Portal de Periódicos da Coordenação em Aperfeiçoamento de Nível Superior (Capes), ScienceDirect (Elsevier), National Library of Medicine (PubMed), and Google Scholar databases were selected for data collection in scientific and technological bases. A search was also performed for patent applications at the Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), the World Intellectual Property Organization (WIPO), the European Patent Bank (EPO), and the United States Patent and Trademark Office (USPTO). All patent applications granted up to June 2024 were analyzed.

3 Results and Discussion

In this session, divided into four topics (bibliographic and patent survey), the main findings and results of the research will be presented and discussed, as well as their consequences in relation to the general objective proposed in this work.

3.1 The *Rosmarinus officinalis* Essential Oil and its Bioactive

The *Rosmarinus officinalis* essential oil contains an abundance of significant bioactive compounds, including monoterpene hydrocarbons (camphene, verbenene, α -pinene, β -pinene, limonene), oxygenated monoterpenes (1,8-cineole, linalool, camphor, borneol, verbenone), and sesquiterpenes (β -caryophyllene) (Sirocchi *et al.*, 2017). Monoterpenes, consisting of 10 carbon atoms, are derived from isoprene and are present in various essential oils (Borges *et al.*, 2019). These monoterpenes include 1,8-cineole (eucalyptol), a monoterpene oxide found in *Ro*-EO and other plant species (Sá; Andrade; Souza, 2013).

It has been shown to have inhibitory effects on experimental inflammation in rats, including carrageenan-

induced paw edema, acetic acid-induced increase in peritoneal capillary permeability, and antinociception induced by intraplantar formalin and intraperitoneal acetic acid (Santos; Rao, 2000). In addition, studies by Lahlou *et al.* (2002) have shown that intravenous administration of 1,8-cineole induces hypotension in both anesthetized and conscious rats, suggesting a possible role in vascular relaxation. In addition, 1,8-cineole was found to directly block sodium channels in dissociated neurons from rat cervical ganglia, as reported by Ferreira-da-Silva *et al.* (2009).

According to Borges *et al.* (2019), 1,8-cineole is biosynthesized from α -terpineol by forming an ether bond between carbon atoms C1 and C8 and subsequent reduction. 1,8-cineole has been widely used as a promoter for the percutaneous action of various lipophilic drugs through the hairless skin of mice. In the study by Akbari *et al.* (2015), in which they investigated the effect of *Ro*-EO on the percutaneous absorption of topical diclofenac gel, a potentiating effect of 0.5–1% was demonstrated.

Further studies, such as those by Santos and Rao (2001), revealed gastroprotective effect of 1,8-cineole on ethanol-induced gastric mucosal injury in rats, significantly inhibited both gastric juice volume and total acid production. 1,8-cineole showed a tendency to restore the ethanol-associated decreases in non-protein sulfhydryls, suggesting a possible antioxidant effect.

In a study investigating the inhibitory effect of 1,8-cineole on cytokine production in cultured human lymphocytes and monocytes, a decrease in tumor necrosis factor-alpha (TNF- α) and Interleukin-1 beta (IL-1 β) was observed, suggesting reduced effects on chemotactic cytokines. This is increasing evidence for the role of 1,8-cineole in controlling mucus hypersecretion in the airways by inhibiting cytokines, suggesting long-term treatment to reduce exacerbations in asthma, sinusitis, and chronic obstructive pulmonary disease (COPD) (Juergens *et al.*, 2004).

The efficacy of 1,8-cineole in reducing inflammatory parameters is not limited to this study. Bastos *et al.* (2011) showed that treatment of ovalbumin-sensitized guinea pigs with inhaled 1,8-cineole reduced airway inflammatory parameters and provided evidence that the molecule was able to attenuate the development of airway hyperresponsiveness to carbachol in isolated rings, with reduced levels of tumor necrosis factor-alpha (TNF- α) and Interleukin-1 beta (IL-1 β) in bronchoalveolar lavage. On the other hand, camphor is an oxygenated bicyclic monoterpene biosynthesized from borneol by oxidation of

its hydroxyl group (Borges *et al.*, 2019) and is also found in other genera of the Lamiaceae family such as the genus *Salvia*.

Tran *et al.* (2015) showed in their studies that the phytochemical component camphor attenuated the increase in senescence associated with β -galactosidase activity. The experiments showed that elastase decreased in human primary skin fibroblasts treated with camphor in a dose- and time-dependent manner, while the total amount of collagen increased. The results suggest that the compound is a potential healing and anti-wrinkle agent with considerable potential for use in cosmetics. Leite *et al.* (2007) investigated the inhibitory effects of β -pinene, α -pinene, and eugenol on the growth of gram-positive bacteria that can potentially cause infective endocarditis.

The study showed that the tested compounds effectively inhibited *Staphylococcus aureus*, *S. epidermidis*, *Streptococcus pneumoniae*, and *S. pyogenes*, demonstrating the antibacterial property of these phytochemicals. α -Pinene is a bicyclic monoterpene that, according to Borges *et al.* (2019), is the product of the electrophilic cyclization of α -terpineol, forming the pinyl cation that is deprotonated to form α -pinene.

In a study investigating the therapeutic efficacy of α -pinene in an experimental mouse model of ovalbumin-induced allergic rhinitis, α -pinene administration reduced levels of the pro-inflammatory cytokines TNF- α , IL-1 β , and IL-6. It also decreased the mRNA expression of these cytokines and alleviated clinical symptoms such as nasal, ocular, and ear symptoms, as well as the infiltration of eosinophils and mast cells in nasal mucosal tissues, demonstrating its anti-inflammatory effect (Nam *et al.*, 2014). Another study investigated the protective effect of α -pinene in mice with cerulein-induced acute pancreatitis.

Pretreatment with α -pinene significantly reduced the production of TNF- α , IL-1 β , and IL-6 in the pancreas. Treatment with α -pinene also decreased pancreatic weight-body weight ratio, lowered amylase and lipase serum levels, and attenuated histological damage and myeloperoxidase activity in the pancreas and lungs (Bae *et al.*, 2012). According to Borges *et al.* (2019), essential oil samples are classified into chemotypes based on their main constituents. *Rosmarinus officinalis* essential oil is classified as a cineole

chemotype when its major constituent is 1,8-cineole, a camphor chemotype when camphor is the predominant constituent, and an α -pinene chemotype when α -pinene is the major constituent.

3.2 Pharmacological Activities of the *Ro*-EO and its Main Constituents

Cutrim *et al.* (2019) analyzed the *Ro*-EO, whose main constituents were camphor (37.00%), followed by 1,8-cineole (11.32%), and observed antimicrobial activity of *Ro*-EO against strains of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. In the study by Pinto *et al.* (2019), *Ro*-EO, which was extracted by hydrodistillation, had 1,8-cineole as the main constituent at 42.11%, a (+)-2-bornanone at 16.37%, and α -pinene at 14.76%, and showed significant ovicidal activity on nematodes infesting sheep. *In vitro* tests showed that the oil inhibited between 97.4 and 100% of egg hatching and 20 to 74% of larval migration.

According to Minaiyan *et al.* (2011), *Ro*-EO, which was obtained by hydrodistillation and whose main components were α -pinene (39.8%) and 1,8-cineole (18.3%), proved to be effective in the treatment of sulfonitrobenzene-induced colitis in rats and showed anti-ulcerative and anti-inflammatory effects. According to Barreto *et al.* (2014), who studied the antimicrobial activity of *Ro*-EO and its possible antibiotic resistance-modifying effect in combination with other aminoglycoside antibiotics, a significant modulatory effect on drug resistance of *E. coli* and *S. aureus* strains was observed. The oil in question contained 1,8-cineole (30.87%), camphor (10.13%), and α -pinene (9.79%) as major components.

In another study investigating how *Ro*-EO can extend the shelf life of refrigerated beef under modified atmosphere, it was shown that packaging with *Ro*-EO under oxygen-rich conditions can extend shelf life by up to 15 days at a refrigeration temperature of 4 °C (Sirocchi *et al.*, 2017). Table 2 provides an overview of the main constituents of *Ro*-EO, the biological activity, the extraction method, the respective yields, as well as the place of collection of the plant material, and the location of the studies.

Table 2 – Main constituents of *Ro*-EO, activity, collection site, extraction method, yield and study site

ACTIVITY	COLLECTION SITE	MAJOR COMPOUNDS	EXTRACTION METHOD	YIELD	REFERENCE
Antibacterial and antifungal	Sardinia (Italy)	α -pinene and borneol	Hydrodistillation	0.10 - 2.13 %	Angioni <i>et al.</i> (2004)
-	Tehran (Iran)	α -pinene and 1,8-cineole	Hydrodistillation	2.08 (m/m)	Nazari, Shaabani e Khiry (2011)
Antimicrobial	Castilla - La Mancha (Spain)	α -pinene and 1,8-cineole	Solvent-free microwave extraction	1.15 %	Moro <i>et al.</i> (2015)
Biological agents in control of pests	Heraklion (Greece)	camphor and 1,8-cineole	Hydrodistillation	-	Katerinopoulos <i>et al.</i> (2005)
Antifungal	Pelotas (Brazil)	camphor and 1,8-cineole	Hydrodistillation	3.4% (m/v)	Cleff <i>et al.</i> (2012)
Antibacterial and antifungal	Algeria	camphor and 1,8-cineole	Hydrodistillation	0.82 %	Djeddi <i>et al.</i> (2007)
Antibacterial, antifungal and antioxidant	Maranhão (Brazil)	camphor and 1,8-cineole	Hydrodistillation	0.3 (m/m)	Cutrim <i>et al.</i> (2019)
Coadjuvant agent in percutaneous absorption	Iran	α -pinene and 1,8-cineole	-	-	Akbari, <i>et al.</i> (2015)
Antifungal	Brazil	camphor and 1,8-cineole	Hydrodistillation	1.5 mL / 70 g	Da Silva Bomfim <i>et al.</i> (2015)
Antimicrobial	Brazil	camphor and 1,8-cineole	Steam distillation	-	Barreto <i>et al.</i> (2014)
-	Tehran (Iran)	α -pinene and 1,8-cineole	Hydrodistillation	2.05 %	Jalali-Heravi, Moazeni e Sereshti (2011)
Antimicrobial	Taizhou (China)	α -pinene and 1,8-cineole	Steam distillation	-	Jiang <i>et al.</i> (2011)
Antioxidant	Slovakia	α -pinene and 1,8-cineole	-	-	Horváthová, Slameňová e Navarová (2010)
Antioxidant and hepatoprotective effect	Belgrade	camphor and 1,8-cineole	Hydrodistillation	1.3% (v/m)	Rašković <i>et al.</i> (2014)
Ovicidal and larvicidal	Rio Grande do Sul (Brazil)	1,8-cineole and (+)-2-bornanone	Steam distillation	-	Pinto <i>et al.</i> (2019)
Antileishmanial and trypanocidal	Crato Seedling Production Bank (Brazil)	1,8-cineole and β -caryophyllene	Hydrodistillation	-	Pereira <i>et al.</i> (2017)

Source: Prepared by the authors of this article (2024)

The anti-inflammatory potential of *Ro*-EO has been researched by several authors. According to the study by Lorenzo-Leal *et al.* (2019), who tested the anti-inflammatory activity of *Ro*-EO using the anti-inflammatory cytokine IL-10 and the pro-inflammatory cytokines IL-6 and TNF- α , it was found that there was a fourfold increase in IL-10 compared to the untreated control, with no decrease in the number of pro-inflammatory cytokines, and anti-inflammatory activity was attributed to IL -10.

Takaki *et al.* (2008) attributed the anti-inflammatory activity of *Ro*-EO to 1,8-cineole in synergy with myrcene. Juergens (2014) also suggested that 1,8-cineole acts through a mechanism of inhibition of 5 LOX (lipoxygenase) and COXs (cyclooxygenase) and prevents the formation of inflammatory arachidonic acid metabolites such as LTB₄ and PGE₂. The *Ro*-EO was also investigated for its antileishmanial and trypanocidal activity by Pereira *et al.* (2017). It was found that the oil not only has low toxicity, but also has clinically relevant antipromastigote and antitrypanosomal activity due to synergism between the components of the essential oil.

3.3 Nanostructured Systems Containing *Ro*-EO

Nanotechnology delivery systems offer promising advantages, such as improved solubility of hydrophobic drugs, prolonged systemic circulation, and delayed release, reducing the frequency of drug administration. These systems also minimize systemic side effects and allow simultaneous release of multiple drugs in combined therapies, promoting synergistic effects and preventing drug resistance (Allen Jr.; Popovich; Ansel, 2013). Extensive research has focused on the development of nanostructured formulations using *Ro*-EO.

This oil possesses various pharmacological activities, including antifungal, antibacterial, antihypertensive, antiproliferative, and antioxidant properties (Bomfim *et al.*, 2015; Bonilla *et al.*, 2016; Neves, 2020; Hussain *et al.*, 2010). However, the oil is very unstable, especially in the presence of air, light, heat, moisture, and metals. It is susceptible to oxidation and volatilization (Simões *et al.*, 2017).

Zibetti (2016) developed a stable nanoemulsion containing 5% *Ro*-EO by using a low-energy method called cold titration and phase inversion. The nanoemulsion, chemotype eucalyptol, showed excellent anti-herpes activity and remained stable throughout the study period of 60 days. It showed specific efficacy against herpes simplex serotype 2. Borges *et al.* (2019) studied the anti-inflammatory and analgesic activity of a *Ro*-EO-containing nanoemulsion with limonene, camphor, and 1,8-cineole as main components. The result was a potentiation of the effect of the essential oil, with efficacy

demonstrated at a dose 600 times lower than the application of *Ro*-EO.

Pascual-Mathey *et al.* (2022) developed a nanoemulsion containing *Ro*-EO and investigated its protective effect against thioacetamide-induced hepatotoxicity. It was found that the nanoformulation significantly decreased the levels of alanine aminotransferase and aspartate aminotransferase compared to the non-derived oil. This proves that the nanoemulsified oil has a better hepatoprotective effect related to the change in the size of its antioxidant components.

3.4 Technological Prospecting

Table 3 shows the keywords that were searched for in the respective patent databases. There is no patent for a nanoformulation using *Rosmarinus officinalis* essential oil, although there are published articles on the preparation of a nanostructured formulation using *Ro*-EO. A search in ScienceDirect with the descriptors “essential oil *Rosmarinus officinalis* and nanoformulation” looking for an article from any year yielded no results, but a search in the same database with the descriptors “essential oil *Rosmarinus officinalis* and nanoemulsion” yielded eight articles.

A search with the keywords “essential oil *Rosmarinus officinalis* and nanoemulsion” in the subject line in the Capes Periodicals database yielded twenty-five articles. However, a search with the descriptors “essential oil *Rosmarinus officinalis* and nanoformulation” with the same search criteria yielded only two articles.

Table 3 – Number of patents found in INPI, EPO, USPTO and WIPO databases for the descriptors used

KEYWORDS	INPI	EPO	USPTO	WIPO
<i>Rosmarinus officinalis</i> essential oil	4	5	1	65
Nanoformulation	5	29	11	112
Nanoemulsion	99	0	0	119
<i>Rosmarinus officinalis</i> essential oil and nanoformulation	0	0	0	0
<i>Rosmarinus officinalis</i> essential oil and nanoemulsion	0	0	0	0

Source: Prepared by the authors of this article (2024)

An analysis of the International Patent Classification (IPC) revealed that all patents found were registered in sections A (human needs), B (processing and transport operations), C (chemistry and metallurgy), or H (electricity), and each related to human needs, manufacturing processes, transportation, chemistry and metallurgy, and textiles and electricity. A search of WIPO’s global technology database for the term “nanoemulsion” yielded no results, but a search for the Portuguese term “nanoemulsão” yielded 119 results.

In addition, 73.94% of the patents belong to the international classification A61K, which covers human needs in medical and veterinary sciences with preparations for medical, dental or hygienic purposes. Figure 1 shows how the patents found in the WIPO, EPO, USPTO and INPI databases containing the term “nanoformulation” are distributed according to the international patent classification.

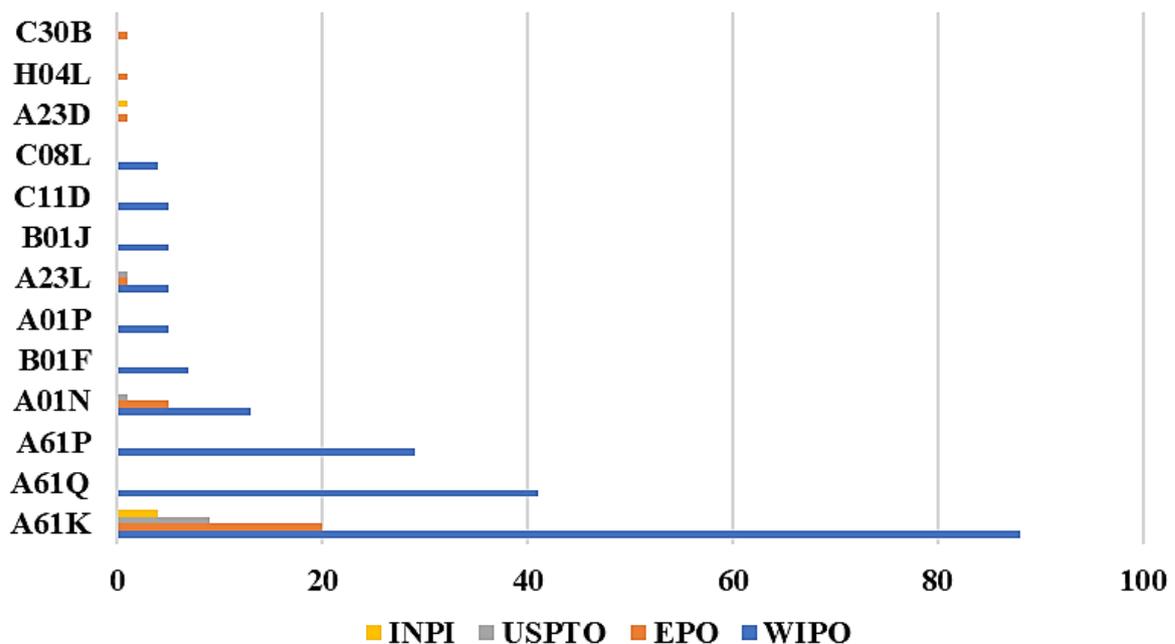
In the EPO database, of the total 29 patents found, 68.96% are classified as A61K, five patents are classified as A01N, which includes preservation of human or animal bodies or plants or parts thereof, biocides, herbicides, repellents or attractants for pests, and plant growth

regulators, and the subclass includes compositions, physical forms, methods of using certain materials or of using individual compounds or compositions, one patent is classified as A23L, one as A23D covering edible oils or fats.

One as C30B covering, among other things, single crystal growth and unidirectional solidification of eutectic materials, and one as H04L covering basic electrical elements via waves using electromagnetic waves. In the USPTO technology database, of the 11 patents listed, 81.81% were classified as A61K, one as A01N, and another as A23L covering food, food products, or nonalcoholic beverages. Of the 5 patents found at INPI, 80% were classified as A61K and 20% as A23D.

Figure 2 shows the distribution of patents by country searched with the term “*Rosmarinus officinalis* essential oil” in the four databases. China had the most patents on “*Rosmarinus officinalis* essential oil”, with a total of 43 patents. In the other countries, the number of published patents is much lower, with Japan, Korea, France and Brazil tied with 4 patents each.

Figure 1 – Distribution of patents found over the term “nanoformulation” by international patent classification

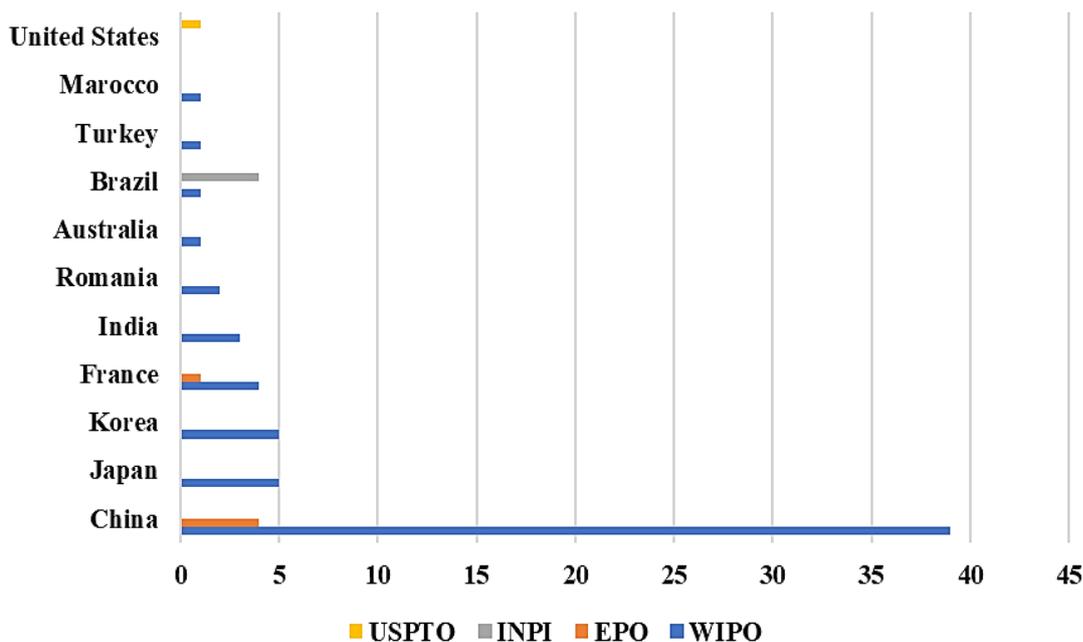


Source: Prepared by the authors of this article (2024)

Figure 3 shows the number of patent applications according to the international patent classification. In the WIPO World Technology Database, 35% of patents are classified as A61K and 21% as A61P. In the other databases, most patents are also classified as A61K. For example, 80% of the *Rosmarinus officinalis* essential oil

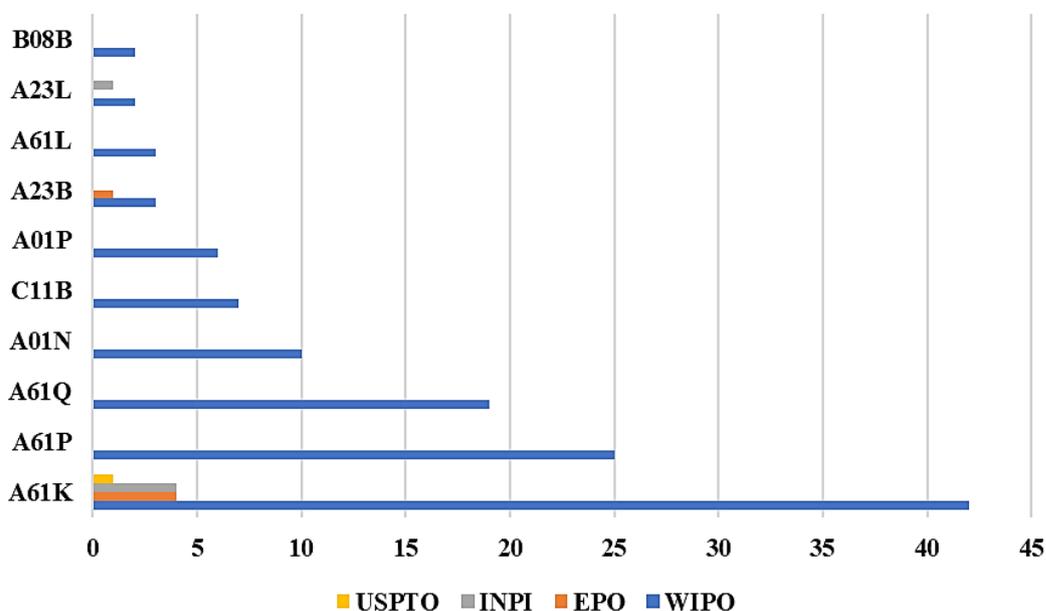
patents filed in the EPO database are classified as A61K, as are 80% in INPI and 100% in USPTO. One of the reasons for the higher number of patents related to *Ro*-EO with the classification A61K is the various studied and proven bio-pharmacological properties of this oil, of great interest to the pharmaceutical industry.

Figure 2 – Distribution of patents found using the term “*Rosmarinus officinalis* essential oil” by country in the four databases



Source: Prepared by the authors of this article (2024)

Figure 3 – Distribution of patents found using the term “*Rosmarinus officinalis* essential oil” by international patent classification



Source: Prepared by the authors of this article (2024)

Table 4 shows the data of patents filed for *Rosmarinus officinalis* essential oil in the INPI database to identify the inventions made in Brazil. Few patents have been filed at Ro-EO, although there are many studies on it, and that technological innovation with this oil has stagnated since 2017. It can also be noted that two of these patents were filed by universities, which shows that we are making slow progress in the production of patented formulations with Ro-EO.

Patent BR1020170254895 concerns the application of the essential oils of *Origanum vulgare* L. and *Rosmarinus officinalis* L. in the form of emulsions in foodstuffs as disinfectants as an alternative to chemical disinfectants with the aim of combating spoilage and pathogenic microorganisms by synergy between their subinhibitory concentrations. Patent BR1020170117537 concerns the use of a mixture of essential oils, which may consist of rosemary (*Rosmarinus officinalis*), carqueja (*Baccharis trimera*), lemon balm (*Lippia alba*), aloe (*Aloe vera*), barbatimão (*Stryphnodendron*) or a mixture thereof.

Patent application BR1020160276616 refers to a phytotherapeutic combination of the essential oils of *Rosmarinus officinalis*, *Juniperus Communis*, *Juniperus Virginiana*, *Amyris Balsamifera*, *Lavandula Angustifolia*, *Melaleuca Alternifolia* and *Eucalyptus Globulus*. This blend of oils acts synergistically to improve capillary follicle activity. Patent BR1020160276659 consists of a foaming solution used as a vehicle for solubilizing the minoxidil base, and in particular, a foaming solution used as a vehicle with a low alcohol concentration and capable of solubilizing the minoxidil base in a cold state up to a concentration of 7%.

The foaming solution of the invention consists of water, alcohol, the essential oils of *Rosmarinus officinalis*,

Juniperus Communis, *Juniperus Virginiana*, *Amyris Balsamifera*, *Lavandula angustifolia*, *Melaleuca alternifolia*, *Eucalyptus globulus*, polyquaternium 10, glycerin, PEG -14m, acid lactic acid, PEG -40 castor oil, polysorbate 80, phenoxyethanol and sodium benzoate.

Analyzing the number of applications per year, we find that the first patent application for *Rosmarinus officinalis* essential oil was in 1979 (in the USPTO database) and the last one in 2021 (one patent), forty-three years ago. The years in which inventors began to protect technologies related to *Rosmarinus officinalis* essential oil, with 2017 being the year in which the most world patents were filed with WIPO, with a total of 11 patent applications (Figure 4).

In addition to the findings discussed, it is important to highlight the potential prospects of *Rosmarinus officinalis*. Despite the current stagnation in research and patent applications, new opportunities are emerging for the species. First, the increasing demand for natural and herbal products in various industries such as cosmetics, pharmaceuticals, and food offer an optimistic outlook for *Rosmarinus officinalis*. Its essential oil with its numerous bioactive compounds, holds promise for the development of innovative formulations and applications.

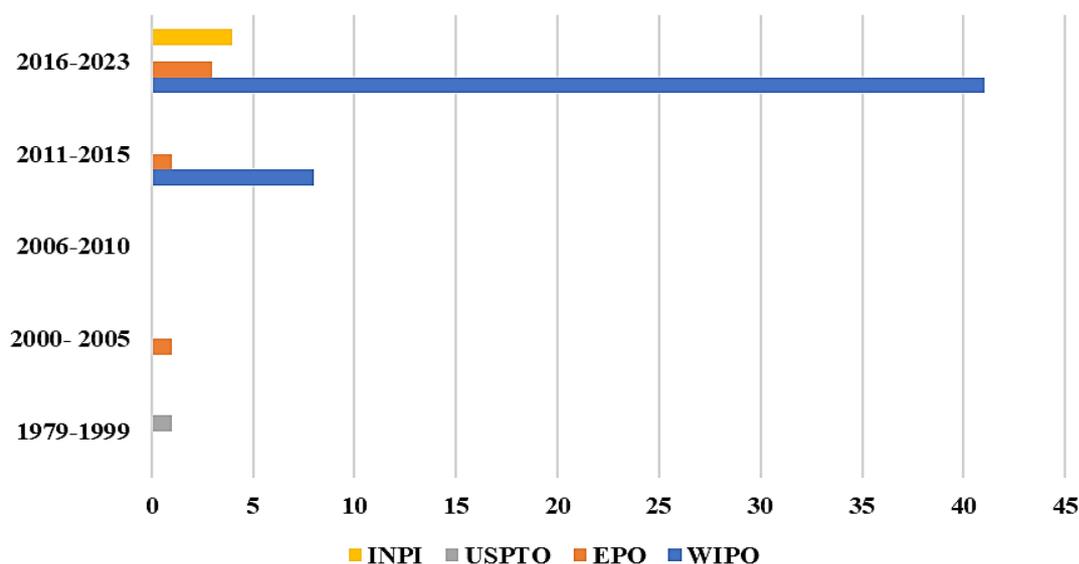
Moreover, the integration of nanotechnology with the properties of *Rosmarinus officinalis* essential oil offers exciting opportunities. Given the global focus on sustainable and environmentally friendly practices, the *Rosmarinus officinalis* species is consistent with the principles of green chemistry and sustainable agriculture. Its cultivation requires relatively low water consumption, making it suitable for regions with limited water resources.

Table 4 – Deposits of national patent applications in the INPI database filed under the term “Rosmarinus officinalis essential oil”

PATENT NUMBER	PATENT TITLE	PATENT DEPOSITOR / YEAR
BR1020170254895	Utilização de óleos essenciais de <i>Origanum vulgare</i> L. e <i>Rosmarinus officinalis</i> L., em combinação sinérgica como sanitizantes de vegetais.	Universidade Federal da Paraíba (BR/PB)/2017
BR1020170117537	Composição e uso de composição no tratamento de endometrite em éguas	Fundação Universidade de Caxias do Sul (BR/RS)/2017
BR1020160276616	Combinação fitoterápica promotora da atividade de folículos capilares e composição farmacêutica para tratamento de alopecia.	SM Empreendimentos Farmacêuticos LTDA (BR/SP)/2016
BR1020160276659	Solução formadora de espuma utilizada como veículo para solubilização de Minoxidil base até 7%.	SM Empreendimentos Farmacêuticos LTDA (BR/SP)/2016

Source: Prepared by the authors of this article (2024)

Figure 4 – Patent applications found with the term “*Rosmarinus officinalis* essential oil” by year



Source: Prepared by the authors of this article (2024)

In addition, the use of *Rosmarinus officinalis* as a natural alternative in various industries reduces dependence on synthetic chemicals and promotes environmentally friendly practices. In summary, the future for *Rosmarinus officinalis* is promising despite the current challenges and stagnant research landscape. Expanding research efforts, exploring new applications and formulations, and capitalizing on the growing demand for natural products and sustainable practices can open new opportunities for this valuable species.

4 Final Considerations

In this study, we conducted a systematic review and technological exploration of *Rosmarinus officinalis* and its essential oil, focusing on its botanical characteristics, chemical composition, and pharmacological properties. The literature review highlights 1,8-cineole, α -pinene, and camphor as the most abundant and predominant compounds in *Rosmarinus officinalis* essential oil. Regarding technological progress, our investigation revealed a mismatch between the number of studies conducted on *Ro*-EO and the limited number of patents filed. Despite the great interest in nanotechnology, no patents have been filed to produce nanoformulations using *Ro*-EO.

In addition, our results indicate that studies on *Rosmarinus officinalis* essential oil in Brazil have stagnated since 2017. This indicates a lower interest in registering new technologies using *Ro*-EO, possibly due to decreased market potential and basic research in the country. Almost

all the works that developed nanoemulsion with *Ro*-EO present an important challenge in their basic research in universities and other academic centers, to overcome the existing barriers between the original academic production and the productive activity - patent registration in regulatory bodies.

Although the results of the research in some cases are exceptionally promising, it is perceived that it is necessary not only the logic of producing scientific data in the form of articles but also the adoption of work logic and documentary records that guarantee the confidentiality of the protection and innovation in the intended patents, which in most centers does not exist. In our research, we can intuit that the teams of researchers in nanoemulsion development with *Ro*-EO are not sufficiently trained in the field of patent production and registration or do not have the necessary resources and legal tools for this purpose.

5 Future Prospects

As future perspectives, it is expected that new scientific research will be developed with the essential oil of *Rosmarinus officinalis* in association with the development of new formulations, since it is a species with potential for vast biopharmacological applications and with large cultivation in Brazil. The gap present in the area of patents related to the development of nanoformulations with *Ro*-EO points to an unexplored field for research. The application of nanotechnology offers promising opportunities for improving the efficacy and controlled delivery of *Ro*-

EO bioactive compounds, enabling its use in a variety of applications, such as treatments for chronic diseases, skin care, cosmetics, and the food industry. Therefore, exploiting the nanotechnological potential of Ro-EO would drive innovation in the pharmaceutical field and open up new commercial opportunities.

References

- AKBARI, J. *et al.* Transdermal absorption enhancing effect of the essential oil of *Rosmarinus officinalis* on percutaneous absorption of Na diclofenac from topical gel. **Pharmaceutical Biology**, [s.l.], v. 53, n. 10, p. 1.442-1.447, 2015.
- ALLEN JR., L. V.; POPOVICH, N. G.; ANSEL, H. C. **Formas Farmacêuticas e Sistemas de Liberação de Fármacos**. 9. ed. São Paulo: Ed. Artmed, 2013.
- ANGIONI, A. *et al.* Chemical Composition, Plant Genetic Differences, Antimicrobial and Antifungal Activity Investigation of the Essential Oil of *Rosmarinus officinalis* L. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [s.l.], v. 52, n. 11, p. 3.530-3.535, 2004.
- AOUADI, M. *et al.* Essential oil of *Rosmarinus officinalis* induces in vitro anthelmintic and anticoccidial effects against *Haemonchus contortus* and *Eimeria spp.* in small ruminants. **Veterinárni Medicína**, [s.l.], v. 66, n. 4, p. 146-155, 2021.
- ATTI-SANTOS, A. C. *et al.* Physico-chemical evaluation of *Rosmarinus officinalis* L. essential oils. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, [s.l.], v. 48, n. 6, p. 1.035-1.039, 2005.
- BAE, G.-S. *et al.* Protective effects of alpha-pinene in mice with cerulein-induced acute pancreatitis. **Life Sciences**, [s.l.], v. 91, n. 17-18, p. 866-871, 2012.
- BARKAT, M. D. A. *et al.* Therapeutic Nanoemulsion: Concept to Delivery. **Current Pharmaceutical Design**, [s.l.], v. 26, n. 11, p. 1.145-1.166, 2020.
- BARRETO, H. M. *et al.* Chemical composition and possible use as adjuvant of the antibiotic therapy of the essential oil of *Rosmarinus officinalis* L. **Industrial Crops and Products**, [s.l.], v. 59, p. 290-294, 2014.
- BASTOS, V. P. D. *et al.* Inhaled 1,8-Cineole Reduces Inflammatory Parameters in Airways of Ovalbumin-Challenged Guinea Pigs. **Basic & Clinical Pharmacology & Toxicology**, [s.l.], v. 108, n. 1, p. 34-39, 2011.
- BOMFIM, N. da S. *et al.* Antifungal activity and inhibition of fumonisin production by *Rosmarinus officinalis* L. essential oil in *Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg. **Food Chemistry**, [s.l.], v. 166, p. 330-336, 2015.
- BONILLA, D. M. *et al.* Effect of essential oil of *Rosmarinus officinalis* on *Porphyromonas gingivalis* cultivated in vitro. **Revista Colombiana de Ciências Químico – Farmacéuticas**, [s.l.], v. 45, n. 2, p. 275-287, 2016.
- BORGES, R. S. *et al.* *Rosmarinus officinalis* essential oil: A review of its phytochemistry, anti-inflammatory activity, and mechanisms of action involved. **Journal of Ethnopharmacology**, [s.l.], v. 229, p. 29-45, 2019.
- BRASIL. **Farmacopeia Brasileira**. 5. ed. Brasília, DF: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2010. v. 1.
- CARREIRO, G. de O. *et al.* Determination of the physicochemical indexes of *Rosmarinus officinalis*, *Cymbopogon citratus* and *Cymbopogon winterianus* essential oils. **Research, Society and Development**, [s.l.], v. 9, n. 11, e4359119959, 2020.
- CLEFF, M. B. *et al.* Perfil de suscetibilidade de leveduras do gênero *Candida* isoladas de animais ao óleo essencial de *Rosmarinus officinalis* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, [s.l.], v. 14, n. 1, p. 43-49, 2012.
- CUTRIM, E. S. M. *et al.* Evaluation of Antimicrobial and Antioxidant Activity of Essential Oils and Hydroalcoholic Extracts of *Zingiber officinale* (Ginger) and *Rosmarinus officinalis* (Rosemary). **Revista Virtual de Química**, [s.l.], v. 11, n. 1, p. 60-81, 2019.
- DAUDT, R. M. *et al.* A nanotecnologia como estratégia para o desenvolvimento de cosméticos. **Ciência e Cultura**, [s.l.], v. 65, n. 3, p. 28-31, 2013.
- DJEDDI, S. *et al.* Composition and antimicrobial activity of the essential oil of *Rosmarinus officinalis* from Algeria. **Chemistry of Natural Compounds**, [s.l.], v. 43, n. 4, p. 487-490, 2007.
- EL KHARRAF, S. *et al.* Encapsulation of *Rosmarinus officinalis* essential oil in β -cyclodextrins. **Journal of Food Processing and Preservation**, [s.l.], v. 45, n. 10, 2021.
- FERREIRA-DA-SILVA, F. W. *et al.* Effects of 1,8-cineole on electrophysiological parameters of neurons of the rat superior cervical ganglion. **Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology**, [s.l.], v. 36, n. 11, p. 1.068-1.073, 2009.
- FÉLIX-SILVA, J. *et al.* Identificação botânica e química de espécies vegetais de uso popular no Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, [s.l.], v. 14, n. 3, p. 548-555, 2012.
- HORVÁTHOVÁ, E.; SLAMEŇOVÁ, D.; NAVAROVÁ, J. Administration of rosemary essential oil enhances resistance of rat hepatocytes against DNA-damaging oxidative agents. **Food Chemistry**, [s.l.], v. 123, n. 1, p. 151-156, 2010.

- HUSSAIN, A. I. *et al.* *Rosmarinus officinalis* essential oil: antiproliferative, antioxidant and antibacterial activities. **Brazilian Journal of Microbiology**, [s.l.], v. 41, n. 4, p. 1.070-1.078, 2010.
- ITIS – INTEGRATED TAXONOMIC INFORMATION SYSTEM. **Rosmarinus officinalis**. 2018. Disponível em: https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=32677#null. Acesso em: 8 maio 2024.
- JALALI-HERAVI, M.; MOAZENI, R. S.; SERESHTI, H. Analysis of Iranian rosemary essential oil: Application of gas chromatography – mass spectrometry combined with chemometrics. **Journal of Chromatography A**, [s.l.], v. 1218, n. 18, p. 2.569-2.576, 2011.
- JIANG, Y. *et al.* Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oil of Rosemary. **Environmental Toxicology and Pharmacology**, [s.l.], v. 32, n. 1, p. 63-68, 2011.
- JUERGENS, U. Anti-inflammatory Properties of the Monoterpene 1,8-cineole: Current Evidence for Co-medication in Inflammatory Airway Diseases. **Drug Research**, [s.l.], v. 64, n. 12, p. 638-646, 2014.
- JUERGENS, U. R. *et al.* Inhibitory activity of 1,8-cineol (eucalyptol) on cytokine production in cultured human lymphocytes and monocytes. **Pulmonary Pharmacology & Therapeutics**, [s.l.], v. 17, n. 5, p. 281-287, 2004.
- KATERINOPOULOS, H. E. *et al.* Composition and insect attracting activity of the essential oil of *Rosmarinus officinalis*. **Journal of Chemical Ecology**, [s.l.], v. 31, n. 1, p. 111-122, 2005.
- KOKKINI, S.; KAROUSOU, R.; HANLIDOU, E. Herbs of the Labiatae. **Encycl. Food Sci. Nutr.** [s.l.], p. 3.082-3.090, 2003.
- LAHLOU, S. *et al.* Cardiovascular effects of 1,8-cineole, a terpenoid oxide present in many plant essential oils, in normotensive rats. **Canadian Journal of Physiology and Pharmacology**, [s.l.], v. 80, n. 12, p. 1.125-1.131, 2002.
- LARANJEIRA, S. P. **Nanoencapsulamento de Óleo Essencial de Rosemarinus Officinalis com PEG Estudo do efeito das massas molares de PEG**. 2016. 67p. Tese (Dissertação) – Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal, 2016.
- LEITE, A. M. *et al.* Inhibitory effect of beta-pinene, alpha-pinene and eugenol on the growth of potential infectious endocarditis causing Gram-positive bacteria. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, [s.l.], v. 43, n. 1, p. 121-126, 2007.
- LORENZO-LEAL, A. C. *et al.* Antimicrobial, Cytotoxic, and Anti-Inflammatory Activities of Pimenta dioica and *Rosmarinus officinalis* Essential Oils. **BioMed Research International**, [s.l.], v. 2019, p. 1-8, 2019.
- MENDONÇA, V. M.; SILVA-MANN, R.; RABBANI, A. R. C. Technological prospection of essential oil of aroeira (*Schinus terebinthifolius* RADDI.). **Revista Gestão, Inovação e Tecnologias**, [s.l.], v. 4, n. 1, p. 704-715, 2014.
- MINAIYAN, M. *et al.* Effects of extract and essential oil of *Rosmarinus officinalis* L. on TNBS-induced colitis in rats. **Research in Pharmaceutical Sciences**, [s.l.], v. 6, n. 1, p. 13-21, 2011.
- MORO, A. *et al.* Dairy matrix effect on the transference of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) essential oil compounds during cheese making. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [s.l.], v. 95, n. 7, p. 1.507-1.513, 2015.
- NAM, S. Y. *et al.* The therapeutic efficacy of α -pinene in an experimental mouse model of allergic rhinitis. **International Immunopharmacology**, [s.l.], v. 23, n. 1, p. 273-282, 2014.
- NAZARI, F.; SHAABANI, S.; KHIRY, H. Phytochemical analysis of essential oil from *Rosmarinus officinalis* L. of Iran. **Planta Medica**, [s.l.], v. 77, n. 12, 2011.
- NEVES, J. A. **Atividade do óleo essencial de *Rosmarinus Officinalis* L. Livre e complexado em β -ciclodextrina em ratos hipertensos**. 2020. 235p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Piauí, Piauí, 2020.
- PASCUAL-MATHEY, L. I. *et al.* Elaboration of essential oil nanoemulsions of Rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) and its effect on liver injury prevention. **Food and Bioproducts Processing**, [s.l.], v. 134, p. 46-55, 2022.
- PÉREZ-MENDOZA, M. B. *et al.* Chemical characterization of leaves and calli extracts of *Rosmarinus officinalis* by UHPLC-MS. **Electrophoresis**, [s.l.], v. 41, n. 20, p. 1.776-1.783, 2020.
- PINTO, N. B. *et al.* Ovicidal and larvicidal potential of *Rosmarinus officinalis* to control gastrointestinal nematodes of sheep. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, [s.l.], v. 28, n. 4, p. 807-811, 2019.
- PEREIRA, P. S. *et al.* Trypanocide, antileishmania and cytotoxic activities of the essential oil from *Rosmarinus officinalis* L. *in vitro*. **Industrial Crops and Products**, [s.l.], v. 109, p. 724-729, 2017.
- RAŠKOVIĆ, A. *et al.* Antioxidant activity of rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.) essential oil and its hepatoprotective potential. **BMC Complementary and Alternative Medicine**, [s.l.], v. 14, n. 1, 2014.
- RIBEIRO-SANTOS, R. *et al.* A novel insight on an ancient aromatic plant: The rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). **Trends Food Sci. Technol.**, [s.l.], v. 45, p. 355-368, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.07.015>.
- SÁ, R. de C. da S.; ANDRADE, L. de; SOUSA, D. A Review on Anti-Inflammatory Activity of Monoterpenes. **Molecules**, [s.l.], v. 18, n. 1, p. 1.227-1.254, 2013.

SANTOS, F. A.; RAO, V. S. N. Antiinflammatory and antinociceptive effects of 1,8-cineole a terpenoid oxide present in many plant essential oils. **Phytotherapy Research**, [s.l.], v. 14, n. 4, p. 240-244, 2000.

SANTOS, F. A.; RAO, V. S. N. 1,8-Cineol, a Food Flavoring Agent, Prevents Ethanol-Induced Gastric Injury in Rats. **Digestive Diseases and Sciences**, [s.l.], v. 46, n. 2, p. 331-337, 2001.

SIMÕES, C. M. O. *et al.* **Farmacognosia do produto natural ao medicamento**. Porto Alegre, RS: Ed. Artmed, 2017.

SIROCCHI, V. *et al.* Effect of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil combined with different packaging conditions to extend the shelf life of refrigerated beef meat. **Food Chemistry**, [s.l.], v. 221, p. 1.069-1.076, 2017.

SNEHA, K.; KUMAR, A. Nanoemulsions: Techniques for the preparation and the recent advances in their food applications. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, [s.l.], v. 76, p. 102914, 2022.

TAKAKI, I. *et al.* Anti-Inflammatory and Antinociceptive Effects of *Rosmarinus officinalis* L. Essential Oil in Experimental Animal Models. **Journal of Medicinal Food**, [s.l.], v. 11, n. 4, p. 741-746, 2008.

TRAN, T. A. *et al.* Camphor Induces Proliferative and Anti-senescence Activities in Human Primary Dermal Fibroblasts and Inhibits UV-Induced Wrinkle Formation in Mouse Skin. **Phytotherapy Research**, [s.l.], v. 29, n. 12, p. 1.917-1.925, 2015.

ZIBETTI, F. M. **Desenvolvimento de formulação nanoestruturada contendo óleo essencial de *Rosmarinus officinalis* L. para o tratamento tópico do herpes**. 2016. 101p. Mestrado (Dissertação) – Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2016.

Sobre os Autores

Silvia Leticia do Nascimento e Silva Ferraz

E-mail: silvialeticia@ufpi.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9635-1064>

Graduada em Ciências Farmacêuticas pela Universidade Federal do Piauí em 2024.

Endereço profissional: Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas da UFPI. Centro de Ciências da Saúde, Câmpus Universitário Ministro Petrônio Portella, bairro Ininga, Teresina, PI. CEP: 64049-550.

Allan Kayk Sales Meneses

E-mail: allankayk@ufpi.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2870-7724>

Mestre em Química Orgânica pela Universidade Federal do Piauí em 2023.

Endereço profissional: Laboratório de Geoquímica Orgânica da UFPI, Centro de Ciências da Natureza, Câmpus Universitário Ministro Petrônio Portella, bairro Ininga, Teresina, PI. CEP: 64049-550.

Alexandre Araújo de Souza

E-mail: alesouza@ufpi.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7896-6521>

Doutor em Ciências (Físico-química) pela Unicamp em 2001.

Endereço profissional: Laboratório de Geoquímica Orgânica da UFPI, Centro de Ciências da Natureza, Câmpus Universitário Ministro Petrônio Portella, bairro Ininga, Teresina, PI. CEP: 64049-550.

Sidney Gonçalo de Lima

E-mail: sidney@ufpi.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8754-1499>

Doutor em Geoquímica Orgânica pela Unicamp em 2005.

Endereço profissional: Laboratório de Geoquímica Orgânica da UFPI, Centro de Ciências da Natureza, Câmpus Universitário Ministro Petrônio Portella, bairro Ininga, Teresina, PI. CEP: 64049-550.

Curativos Reparadores de Tecido: revelando os *insights* de patentes

Tissue-Repairing Dressings: unveiling the insights from patents

Dhara Leite Lopes¹, Cristiane Flora Villarreal¹, Reinaldo José Campos Alves², Paulo José Lima Juiz³

¹Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, Brasil

²Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, BA, Brasil

³Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Feira de Santana, BA, Brasil

Resumo

O tratamento de feridas é considerado um problema de saúde pública, não somente em função do custo para o sistema de saúde, mas também quando o processo fisiológico de cicatrização é comprometido, resultando em feridas crônicas. O objetivo do estudo foi apresentar depósitos de patentes relacionadas a produtos tecnológicos promotores de cicatrização de feridas, por meio de pesquisa documental exploratória em revistas científicas e no banco de dados Orbit Intelligence, utilizando a sintaxe (WOUND HEALING)/TI/AB/CLMS AND (A61L-2300)/IPC/CPC AND STATUS/ACT=GRANTED. Os resultados indicaram 2.156 estratégias inovadoras para tratamento de feridas, das quais 16,48% foram depositadas na China. Os principais produtos tecnológicos descritos incluíram: curativos com liberação lenta de bioativos, curativos com ação anti-inflamatória e antimicrobiana e bioimpressão 3D de tecidos que mimetizam a pele associados a fatores promotores de regeneração tecidual, o que mostra o interesse no desenvolvimento de pesquisa e desenvolvimento na área de reparo tecidual.

Palavras-chave: Curativo; Patentes; Biotecnologia.

Áreas Tecnológicas: Biotecnologia. Farmácia. Dermatologia.

Abstract

Wound treatment is a significant public health concern due to its impact on the health system and the potential for chronic wounds when the normal healing process is disrupted. This study aims to identify patent applications for technological products that promote wound healing. The search was conducted through exploratory documentary research in scientific journals and the Orbit Intelligence database using the syntax (WOUND HEALING)/TI/AB/CLMS AND (A61L-2300)/IPC/CPC AND STATUS/ACT=GRANTED. The study identified 2156 innovative strategies for treating wounds, with 16.48% of them originating from China. The primary technological products described in the study include dressings that slowly release bioactive substances, dressings with anti-inflammatory and antimicrobial properties, and 3D bio-printed tissues that simulate skin and promote tissue regeneration. This demonstrates significant interest and investment in research and development in tissue repair.

Keywords: Wound dressing; Patents; Biotechnology.



1 Introdução

O tratamento de feridas é considerado um problema de saúde pública. Estima-se que, mundialmente, os gastos com tratamento de feridas representem um orçamento de \$30 milhões até 2030 (Market Research Community, 2023). Para a Smith and Nephew Foundation (2007), o tema “feridas” tem sido chamado de “Epidemia Silenciosa”, não apenas pelas implicações relacionadas ao custo financeiro do tratamento, mas também pelos efeitos deletérios na qualidade de vida dos portadores. Segundo Fearnly *et al.* (2017), a qualidade de vida do portador de uma ferida crônica é comprometida pelo inadequado controle da dor, com impactos físicos, sociais e psicológicos, incluindo depressão, ansiedade, insônia. Muitos desses problemas poderiam ser evitáveis, especialmente quando o material correto para o tratamento de feridas é selecionado.

Os custos globais associados ao tratamento de feridas crônicas parecem ser o cerne do problema, visto que as feridas crônicas resultam de um comprometimento do processo fisiológico de cicatrização, que inclui quatro etapas: hemostasia, inflamação, proliferação e maturação (Huang *et al.*, 2020).

O primeiro estágio da cicatrização de feridas é a hemostasia e a vasoconstrição para controlar o sangramento e prevenir hemorragias, com participação ativa de plaquetas e o fibrinogênio (Rumbaut; Thiagarajan, 2010). As plaquetas ativam a cascata de coagulação causando a formação de trombos e uma matriz provisória para infiltração de células que participam nas fases subsequentes do processo de cicatrização (Rodrigues *et al.*, 2019).

O segundo estágio da cicatrização de feridas é a inflamação. A lesão (ferida) ativa uma resposta imune contra patógenos, prevenindo, assim, infecções locais. Os neutrófilos são as primeiras células responsivas. Eles são fagócitos eficientes e liberam enzimas líticas e reativos do oxigênio para destruição de patógenos invasores. Além disso, outras células da imunidade inata como macrófagos, mastócitos, células de Langerhans (LCs) e células da imunidade adaptativa, como células T e células B participam ativamente do processo, seja na eliminação de patógenos ou na produção de citocinas pró-inflamatórias e anti-inflamatórias que atuam em processos subsequentes da cicatrização tecidual (Rodrigues *et al.*, 2019).

A fase proliferativa envolve a formação de tecido de granulação, neovascularização e reepitelização (Ellis; Lin; Tartar, 2018). Durante essa fase, a participação de macrófagos M2 e fibroblasto é crucial. Macrófagos M2 liberam interleucina-10 (IL-10), um potente mediador anti-inflamatório e Fator de Crescimento Derivado de Plaquetas (PDGF- β), além de inibir a ação de metaloproteínas de matriz (MMPs) promovendo o reparo tecidual (Brazil *et al.*,

2019). Fibroblastos são ativados no tecido de granulação e se diferenciam em miofibroblastos com expressão de α -SM actina. Células miofibroblásticas sintetizam e depositam componentes da matriz extracelular responsáveis pela substituição da matriz provisória induzida pelas plaquetas, em um tecido cicatricial permanente (Darby *et al.*, 2014).

A fase de maturação da cicatrização envolve uma remodelação progressiva do tecido de granulação, em que as enzimas proteolíticas, essencialmente metaloproteínas de matriz (MMPs) e seus inibidores (inibidores teciduais de metaloproteínas) desempenham um papel significativo (Visse; Nagase, 2003). Progressivamente, a elastina é produzida e o colágeno tipo III é substituído pelo colágeno tipo I, que é o principal componente estrutural da derme.

Porém, quando o processo fisiológico descrito é comprometido, a cicatrização do tecido cutâneo é retardada, resultando em feridas crônicas, com maior exsudato, infecção persistente, necrose tecidual, reepitelização defeituosa, diminuição da angiogênese e superprodução de espécies reativas de oxigênio (ROS) que levam ao dano tecidual (Huang *et al.*, 2020; Larouche *et al.*, 2018). Portanto, a utilização de procedimentos e medicamentos adequados devem ser aplicados no tratamento de feridas crônicas e agudas para evitar um processo inflamatório e infeccioso persistente. Nesse contexto, pesquisas sobre o desenvolvimento de curativos para auxiliar no processo de reparo de tecidos lesionados são necessárias.

Dessa forma, este trabalho objetivou realizar uma prospecção tecnológica em banco de dados de patentes e artigos científicos para entender os mecanismos fisiológicos envolvidos no processo de cicatrização e a contribuição das invenções patenteadas no reparo tecidual, promovendo a difusão do conhecimento sobre um tema importante, que poderá estimular pesquisas para promoção da qualidade de vida de indivíduos portadores de feridas, especialmente crônicas.

2 Metodologia

O presente trabalho foi realizado por meio de pesquisa documental exploratória em banco de dados de patentes com uma abordagem qualitativa e quantitativa. O mapeamento de patentes foi realizado utilizando a base de dados Questel Orbit Intelligence® v2.0.0, produzida pela Questel Orbit Inc., empresa franco-americana e uma das líderes mundiais nesse segmento desde a década de 1970. A sintaxe para acesso aos dados de patentes relacionadas a produtos e processos utilizados na cicatrização de feridas foi (WOUND HEALING)/TI/AB/CLMS AND (A61L-2300)/IPC/CPC AND STATUS/ACT=GRANTED. A palavra-chave “Wound healing” foi, portanto, digitada nos campos de busca TI (Título), AB (Resumo) e CLMS (Reivindicações), conforme mostrado na sintaxe. Além

disso, a Classificação Internacional de Patentes (CIP) e a Classificação Cooperativa de Patentes (CCP) foram utilizadas para obter um portfólio mais alinhado à proposta da pesquisa. A CIP/CCP escolhida foi A61L-2300 para “materiais biologicamente ativos usados em curativos, absorventes ou dispositivos médicos”. Foram incluídas neste estudo apenas a família de patentes concedidas e depositadas após 2004, e o levantamento foi realizado em 10 de abril de 2024. Duplicatas de depósitos de patentes, patentes não relacionadas e aquelas relacionadas a dispositivos utilizados para administração ou métodos de extração de compostos bioativos foram excluídas do estudo.

Uma busca de literatura científica no banco de dados Patent Lens utilizando a estratégia de busca “*wound healing materials*” em todos os campos de busca também foi realizada. Dados extraídos do campo de busca Chemical Substance Name do banco de dados Patent Lens foram usados para avaliar os compostos mais citados na literatura científica para tratamento de feridas.

Com base nos resultados encontrados, foram descritos: os titulares dos pedidos de patentes, os principais países onde as patentes foram depositadas, as tendências tecnológicas com base nos códigos CIP/CCP e o mecanismo de ação descrito nas patentes e que contribui para o reparo tecidual. Os dados foram tabulados em planilhas do Excel para posterior análise. Representações gráficas fornecidas pelo banco de dados foram utilizadas. Por fim, foram apresentadas as perspectivas futuras para o setor analisado, considerando a compilação dessas informações.

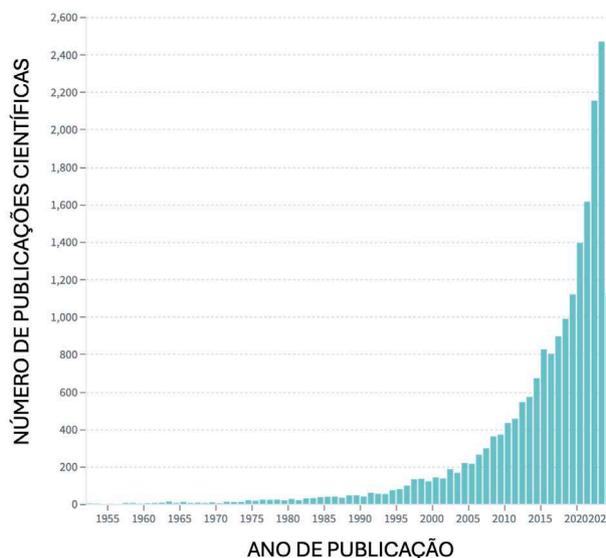
3 Resultados e Discussão

Com base nos artigos obtidos na busca de literatura científica do banco de dados Patent Lens, ferida é uma solução de continuidade da pele representada por cortes abertos, arranhões ou perfurações que perturbam a função fisiológica e a integridade mecânica do tecido (São Paulo, 2021). Após a lesão, um processo complexo de reparo tecidual é ativado para manter a homeostase corporal. Quando a pele é lesada, diferentes tipos de células, como queratinócitos, fibroblastos e fatores de crescimento (GFs) são recrutados e envolvidos na regeneração da ferida. Porém, quando o mecanismo fisiológico de reparo é comprometido, a cicatrização do tecido cutâneo é retardada, resultando em feridas crônicas (Bonnici *et al.*, 2023).

Em uma população de 1 milhão de habitantes, aproximadamente 3.500 pessoas viverão com uma ferida, das quais 525 terão a mesma ferida por mais de um ano (Lindholm; Searle, 2016). Posnett *et al.* (2009) mostraram que de 27% a 50% dos leitos hospitalares são ocupados por pacientes que necessitam de tratamento de feridas, o que representa 3% de todas as despesas de saúde em um hospital (Smith and Nephew Foundation, 2007). Portanto, para

superar esse problema, a comunidade científica tem mantido esforços em pesquisas sobre uma ampla gama de compostos químicos e materiais, com o objetivo de desenvolver dispositivos biomédicos funcionais para otimizar o processo de cicatrização de feridas, especialmente feridas crônicas, como poder ser visto na Figura 1.

Figura 1 – Número de publicações científicas relacionadas à cicatrização de feridas



Fonte: Patente Lens (2024)

Considerando as fases do processo de reparo tecidual e de acordo com Deng, Maree e Ali (2022), o desafio é desenvolver um curativo inteligente com propriedades antimicrobianas, anti-inflamatórias, que contribuam com o processo de regeneração do tecido e, se possível, tenha aplicação terapêutica para todos os tipos de feridas.

Dados extraídos do campo de busca Chemical Substance Name do banco de dados Patent Lens, usado para avaliar os compostos mais citados na literatura científica para tratamento de feridas, mostrou que diversos materiais podem ser utilizados, a exemplo: hidrogel, colágeno, quitosana, fatores de crescimento celular, ácido hialurônico, gelatina, poliéster, alginato, compostos hemostáticos, fibrina, polissacarídeos, hidroxiprolina, quitina, fator derivado de plaquetas, metacrilato, entre outros, o que mostra a diversidade de materiais para desenvolvimento de curativos capazes de aprimorar o processo de reparo tecidual.

A literatura também mostra que bioativos extraídos de plantas medicinais possuem notável atividade na cicatrização de feridas (Zohra *et al.*, 2019). Dorjsembe *et al.* (2017) mostraram que flavonoides, como ácido clorogênico, apigenina, artemetina, luteolina, quercetina e schaftosideo, são anti-inflamatórios e estimulam a

expressão de colágeno e a diferenciação de queratinócitos. Além disso, triterpenoides, flavonoides, cumarinas e quinonas promovem a proliferação de fibroblastos (Dinda *et al.*, 2016). Carotenoides (crocina, crocetina, picrocrocina e safranal), monoterpénoides, flavonoides e ácidos fenólicos reduzem o nível de citocinas pró-inflamatórias TNF- α e IL-6, aumentam o nível da citocina anti-inflamatórias IL-10 e aumentam a vascularização e a proliferação de fibroblastos (Dinda *et al.*, 2016; Givol *et al.*, 2019; Shafeie; Naini; Jahromi, 2015). As principais vantagens desses compostos naturais são o baixo custo, a alta disponibilidade e a redução dos efeitos colaterais.

Já em relação às patentes, a presente prospecção tecnológica mostrou que, entre os anos de 2004 a 2024, foram depositados 2.218 patentes de produtos e processos relacionados ao tratamento de feridas. Aplicando-se os critérios de exclusão, foram selecionados para análise 2.156 patentes. Observou-se um número crescente de depósitos ao longo dos anos, especialmente entre os anos 2016 a 2022, com picos em 2021 (264 famílias de patentes) e em 2022 (209 famílias de patentes). Esses dados refletem o aumento do número de publicações científicas com a temática no mesmo período, como visto na Figura 1. Segundo Tottoli *et al.* (2020), as maiores contribuições são das áreas

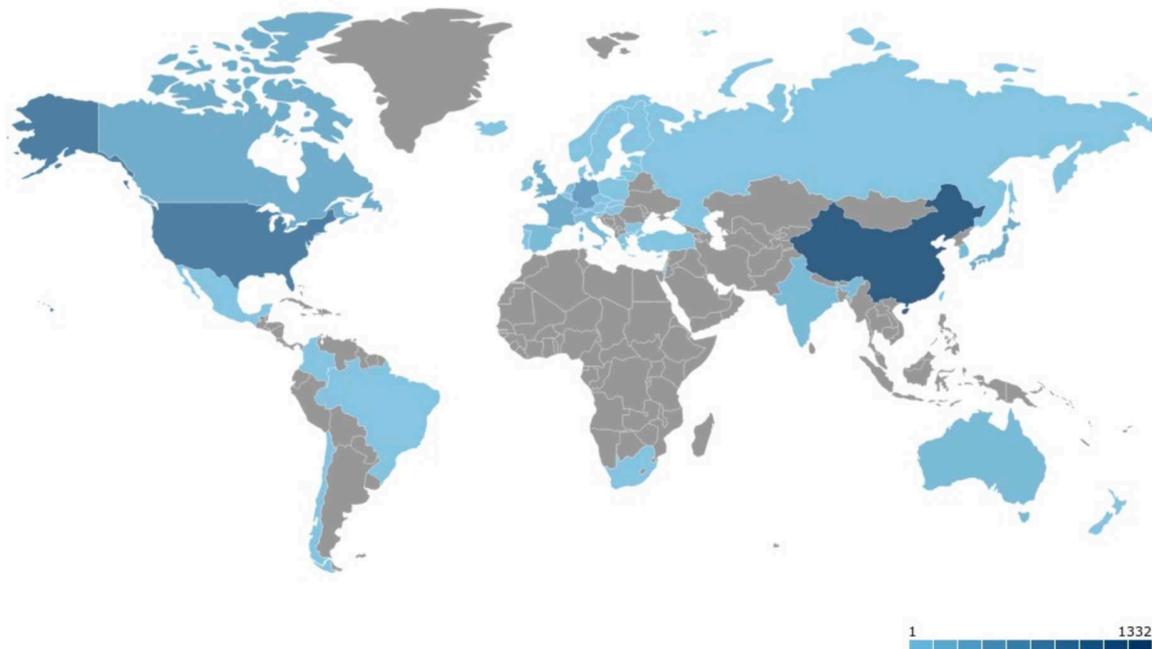
Interdisciplinares, Engenharia de Ciência de Materiais e Terapia Genética.

A prospecção tecnológica também indicou a China como o maior mercado potencial quando se pensa em depósito de patentes no exterior, visto que, de acordo com a Figura 2, considerando os países com maior número de patentes concedidas, 16,48% de todas as famílias de patentes foram depositadas na China, seguida pelos Estados Unidos, com 10,66% e pelo Escritório Europeu de Patentes, com 7,12%.

De fato, o manejo de feridas é um grave problema na China, especialmente em função da alta densidade populacional do país e as inúmeras lesões e acidentes a que está exposta a população, demandando cuidados em saúde (Xiaobing, 2012). Somando a isso, existe um aporte significativo de recursos financeiros aplicados em pesquisa nas áreas genética, biologia de células-tronco e engenharia de tecidos, fazendo com que a China seja capaz de inovar com base no conhecimento científico gerado e com base no número significativo de pesquisadores orientados a “industrializar o conhecimento” e acelerar o desenvolvimento de novos medicamentos (Mckinsey Global Institute, 2024).

Figura 2 – Países com mais patentes concedidas relacionadas a tecnologias para cicatrização de feridas

PAÍS DE PROTEÇÃO DAS PATENTES ESTUDADAS



Nota: Cores em azul mais escuro indicam maior número de patentes; Cores mais claras indicam menor número.

Fonte: Questel Orbit Intelligence (2024)

Entre os 10 principais titulares de patentes (Figura 3), a empresa chinesa Guangzhou Rainhome Pharm & Technology, fundada em 2004, desponta como a principal, com 27 patentes depositadas. Rainhome é uma empresa *high-tech* com *expertise* para projetar, desenvolver, produzir e comercializar curativos para feridas e sistemas para tratamento de ferida com pressão negativa (Rainhome, 2023), um procedimento que facilita a remoção do exsudato, aumenta o fluxo sanguíneo na ferida, estimulando a formação de tecido de granulação com contração das bordas da ferida (Lima; Coltro; Farina Júnior, 2017). Toda tecnologia gerada tem certificação do FDA, CE, ISO EN13485 e Licença de Produção de Dispositivos Médicos (Rainhome, 2023).

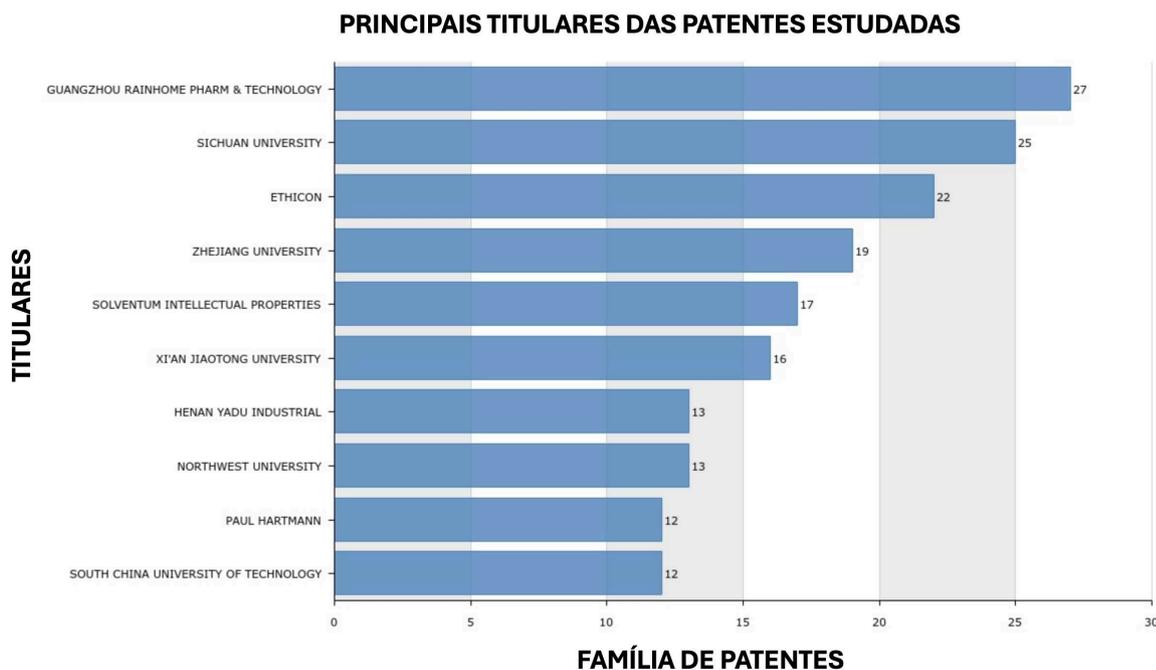
As Universidades chinesas também figuram entre os principais titulares de patentes relacionadas a produtos e processos para o reparo tecidual. A prospecção mostrou que, entre a segunda e a sexta posição do *ranking* de principais titulares, a Universidade de Sichuan (segundo lugar), a Universidade de Zhejiang (quarto lugar) e a Universidade de Xi'an Jiaotong (sexto lugar) são as três classificadas.

As universidades desempenham um papel fundamental no sistema nacional de inovação de um país, podendo impulsionar o desenvolvimento econômico, o tecnológico e a competitividade. Vários estudos mostram a relação entre a inovação e as patentes universitárias na China. Segundo Hong (2008), existe uma forte dependência da indústria em relação à pesquisa realizada nas universidades da China.

Para Li (2012), o aumento do número de pedidos de patentes por parte das universidades chinesas é estimulado por programas regionais de subsídios de patentes, pelo aumento dos investimentos em inovação e por um ambiente jurídico cada vez mais favorável ao sistema de patenteamento. Essas observações explicam porque a China adota uma posição de vanguarda.

Para identificar as tendências das inovações tecnológicas estudadas, foram avaliados os códigos de Classificação Internacional de Patentes (CIP) que mais se destacaram. Segundo Chae e Gim (2019), os sistemas de classificação de patentes podem mostrar as tendências das invenções tecnológicas dos requerentes, bem como prever as tendências futuras do mercado tecnológico e o impacto da tecnologia em uma área específica. Os resultados mostraram que as tendências tecnológicas concentram-se nas áreas: engenharia genética (código CIP C12N), estudos com produtos à base de peptídeos (código CIP C07K) e produtos à base de polissacarídeos (código CIP C08B). Esses resultados são apoiados por dados da literatura (Deng; Maree; Ali, 2022) que mostram que muitos polímeros imitam a pele, proporcionando condições e estruturas adequadas para tratamento de diferentes tipos de feridas. Além disso, a incorporação de peptídeos (fatores de crescimento), agentes ativos, células-tronco e uma variedade de dispositivos biomédicos (estruturas nanofibrosas, hidrogéis) podem facilitar o processo de reparo tecidual (Deng; Maree; Ali, 2022).

Figura 3 – Dez principais titulares de patentes concedidas relacionadas a tecnologias para cicatrização de feridas



Fonte: Questel Orbit Intelligence (2024)

Em relação ao processo de reparo tecidual, é importante entender de que forma as pesquisas descritas nas patentes podem contribuir com as fases de cicatrização do tecido, sendo elas: fase de hemostasia, fase inflamatória, fase proliferativa e fase de regeneração, incluindo maturação, neovascularização e reepitelização (Singer; Clark, 1999). Portanto, este artigo apresenta estratégias tecnológicas inovadoras que podem contribuir com cada etapa do processo de reparo tecidual.

Na fase primária de hemostasia e coagulação, as plaquetas sanguíneas apresentam funções hemostáticas, formando um coágulo de fibrina para interromper o fluxo sanguíneo, prevenindo hemorragia e fornecendo uma matriz provisória para células inflamatórias (Clark, 2003). Para melhorar esse processo, a invenção CN114225096, “*Composite hydrogel for promoting wound healing and preparation method and application thereof*”, apresenta uma matriz de hidrogel formada pela ligação cruzada de metacrilato de fibroína de seda e metacrilato glucano associado a plasma rico em plaquetas e a uma matriz dérmica acelular. Além disso, a invenção US5165938, “*Wound healing agents derived from platelets*”, descreve uma composição contendo bioativos liberados pelas plaquetas para ser aplicado diretamente em feridas com a finalidade de acelerar a cicatrização de feridas, aumentar a vascularização, estimular a mitose e a migração de fibroblastos e aumentar a síntese de colágeno pelos fibroblastos. Portanto, sugere-se que as invenções descritas poderiam prevenir a hemorragia, visto que as plaquetas são responsáveis pela formação de uma rede de fibrina, fibronectina, vitronectina e trombospondina (Del Amo *et al.*, 2020; Opneja; Kapoor; Stavrou, 2019), e também poderiam prevenir infecções, pois o coágulo sanguíneo funciona como uma barreira mecânica, protegendo o ambiente lesado contra a invasão microbiana (Del Amo *et al.*, 2020).

A fase inflamatória é também de suma importância no reparo tecidual, porém pode se tornar patológica à medida que o mecanismo regulador da inflamação é comprometido. É reconhecido o papel central dos neutrófilos na prevenção da invasão bacteriana (Kirchner; Lei; Macleod, 2020), bem como sua participação na amplificação da resposta imune por meio da liberação de citocinas e quimiocinas, como TNF- α , IL-1 β , IL-6, CXCL8, CXCL2 e MCP-1 (Phillipson; Kubes, 2019) e recrutamento de macrófagos M1. Porém, se esse mecanismo fisiológico é de alguma forma comprometido, a fase inflamatória pode se tornar patológica, por exemplo, pela superexpressão de citocinas pró-inflamatórias e reativos do oxigênio, interferindo no processo de cicatrização. Dessa forma, curativos que estimulem a polarização de macrófagos com fenótipo M1 (pró-inflamatório) para um fenótipo M2 (reparador pró-cura) seriam promissores. Alinhando-se a essa ideia, este estudo descreveu patentes cujo objetivo é controlar a inflamação.

A invenção CN114225098, “*Medical dressing capable of resisting bacteria and promoting wound healing*”, divulga um curativo antibacteriano capaz de promover a cicatrização de feridas. O curativo é feito de quitosana PEGuilada, responsável pelas propriedades antibacterianas e polarização dos macrófagos para um fenótipo M2 com efeito reparador anti-inflamatório.

Ainda, sobre o controle do processo inflamatório, a invenção CN114081894, “*Pharmaceutical application of calycosin-7-glucoside/calycosin for promoting wound healing and gelatin sponge based on calycosin glycoside/calycosin*”, descreve a aplicação de calicosina-7-glicosídeo/calicosina na preparação de um curativo gelatinoso baseado nas propriedades biológicas da calicosina-7-glicosídeo/calicosina, a qual é usada para aumentar a expressão de citocinas anti-inflamatórias de macrófagos M2. Experimentos *in vitro* mostraram que a calicosina reduz a expressão de citocinas pró-inflamatórias (IL-1 β , IL-6 e IL-12) de macrófagos M1 e promove a expressão de citocina anti-inflamatória (IL-10) de macrófagos M2. A polarização do fenótipo M2 para M1 é reconhecida por Dipietro, Wilgus e Koh (2021) como uma importante abordagem terapêutica para tratamento de inflamação crônica da pele, já que a IL-10 induz a reparação epitelial (Ellis; Lin; Tartar, 2018) e estimula linfócitos T reguladores (Treg) supressores de resposta Th1, Th17 e linfócitos T CD8+ (Boothby; Cohen; Rosenblum, 2020). Notavelmente, Haertel *et al.* (2018) demonstraram que a depleção de Treg comprometeu a cicatrização normal de feridas agudas, causando a reepitelização e a angiogênese deficiente.

Durante a fase proliferativa do reparo tecidual, fatores de crescimento (GFs), como Fator de crescimento derivado de plaquetas (PDGF), Fator de crescimento fibroblástico básico (FGF), Fator de crescimento epidérmico (EGF), Fator transformante Beta (TGF- β), Fator de crescimento endotelial vascular (VEGF) e Fator estimulador de colônias de granulócitos-macrófagos (GM-CSF) são essenciais no crescimento, na proliferação, na migração e na diferenciação celular (Falanga *et al.*, 2005; Grazul-Bilska, 2003; Jeffcoate; Price; Harding, 2004; Koveker *et al.*, 2000). Por essas razões, a abordagem terapêutica importante de uma patente destinada a promover a cicatrização de feridas é induzir a expressão de GFs. Em consonância com essa ideia, a invenção CN113402733, “*Composite hydrogel as well as preparation method and application thereof*”, descreve um hidrogel promotor de vascularização, regulando positivamente os níveis de expressão de TGF- β , EGF e VEGF. E a invenção CN113144283, “*TSCP-GelMA hydrogel for promoting wound healing as well as preparation and application of TSCP-GelMA hydrogel*”, descreve um hidrogel de TSCP-GelMA baseado em polipeptídeo de tilápia para promover a produção de fibras colágenas na ferida, bem como aumentar a expressão de TGF- β 1.

A Engenharia de Tecidos vem desenvolvendo curativos bioativos com a finalidade de liberar fatores de crescimento que contribuem com o reparo tecidual. Segundo Nardini *et al.* (2020), esses curativos liberam gradativamente moléculas hidrofílicas e hidrofóbicas para melhorar o processo de cicatrização. Para tanto, a patente CN114601960 compreende um hidrogel de poliácridamida e microesferas de alginato de cálcio carregadas com fator de crescimento endotelial vascular (VEGF), promovendo angiogênese, permitindo um melhor transporte de nutrientes, oxigênio, GFs e células circulantes para auxiliar no processo cicatrização de feridas e reparo tecidual (An *et al.*, 2018).

Na fase de regeneração, os fibroblastos expressam α -SM actina e tornam-se miofibroblastos com propriedades contráteis, desempenhando um papel na contração e na maturação do tecido de granulação (Hinz; Gabbiani, 2003). Um gel polipeptídico desenvolvido por Ruan HuaJun, Tao JunJun e Tang Zhangming promoveu a proliferação e a migração de fibroblastos da pele, auxiliando, assim, na cicatrização tecidual (CN115057908). Além disso, um curativo à base de hidrogel, contendo ácido hialurônico, ácido clorogênico e paeoniflorina quando usado para cobrir feridas, foi capaz de hidratar e de liberar medicamentos lentamente, promovendo proliferação e migração de fibroblastos, além de neovascularização e redução da resposta inflamatória (CN112791229).

A terceira fase de cicatrização envolve basicamente a ação controlada de metaloproteinases de matriz (MMPs) e seus inibidores e deposição controlada de colágeno pelo fibroblasto, resultando em um reparo tecidual sem formação de cicatriz. Nessa fase, progressivamente, o colágeno tipo III, principal componente do tecido de granulação, é substituído pelo colágeno tipo I, principal componente estrutural da derme (Desmoulière *et al.*, 1995). Nesse contexto, a patente CN113813439 descreve um método de preparação de um curativo de colágeno tipo III

recombinante, que, quando aplicado em feridas, é capaz de controlar reações inflamatórias exageradas, reduzindo, assim, o risco de hiperpigmentação e de formação de cicatrizes.

Alternativamente, a bioimpressão 3D de tecidos tem sido uma técnica inovadora para criar estruturas 3D biocompatíveis que imitam a pele, com incorporação de células vivas, fatores de crescimento e biomoléculas (Antezana *et al.*, 2022). Nesse contexto, a patente CN114191601, “*Starch gel hemostatic material based on 3D printing technology and preparation method and application thereof*”, descreve um material hemostático em gel de amido baseado em tecnologia de impressão 3D com funções hemostática capaz de promover a cicatrização de feridas na pele. De acordo com a invenção CN113181419, a superfície rugosa do curativo beneficia a adesão celular e fornece um microambiente semelhante a uma matriz extracelular *in vivo*, facilitando a deposição de colágeno.

Um ponto importante a se ponderar é o papel dos micro-organismos no processo de cicatrização de feridas. Bactérias Gram-positivas, incluindo *Staphylococcus aureus* e *Staphylococcus epidermidis*, e bactérias Gram-negativas, como *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, espécies de *Enterobacter* e espécies de *Morganella* presentes na ferida tendem a degradar a matriz extracelular e os fatores de crescimento que promovem o reparo tecidual. Essas bactérias geralmente produzem biofilmes que funcionam como uma barreira contra células imunológicas. Além disso, os produtos do metabolismo microbiano gerado nesse biofilme é tóxico para células da pele, contribuindo para o atraso na cicatrização de feridas (Landén; Li; Stähle, 2016; Rahim *et al.*, 2017). Uma vez que muitas bactérias se tornaram resistentes à terapia antibiótica, a utilização de antibióticos para tratar feridas crônicas tem sido um desafio (Tchero *et al.*, 2018). O Quadro 1 apresenta algumas estratégias inovadoras para curativos com propriedades antimicrobianas.

Quadro 1 – Estratégias inovadoras para curativos com propriedades antimicrobianas

CÓDIGO/TÍTULO	DESCRIÇÃO
CN114404648 Preparation method of degradable antibacterial hemostatic hydrogel for promoting diabetes wound repair	Método de preparação de hidrogel hemostático antibacteriano degradável capaz de promover reparo de feridas diabéticas. O hidrogel é preparado a partir de polissacarídeo natural oxidado enxertado com dopamina e colágeno de água-viva por meio de um agente de reticulação. O colágeno é derivado do plâncton e, comparado ao colágeno de origem animal, previne a transmissão de zoonoses.
CN114470298 Antibacterial nano-silver/lignin polyurethane dressing and one-step method for preparing dressing	No curativo antibacteriano, a lignina é distribuída uniformemente no poliuretano, a nanoprata é uniformemente carregada na superfície do poliuretano da lignina e a capacidade de carga da nanoprata é de 0,001% a 0,01%. A nanoprata de baixo teor pode reduzir os danos tóxicos ao corpo humano.

CÓDIGO/TÍTULO	DESCRIÇÃO
CN113663122 Anti-inflammatory, antibacterial and anti-tumor multifunctional hydrogel material as well as preparation method and application thereof	A invenção fornece um hidrogel multifuncional anti-inflamatório, antibacteriano e antitumoral cuja composição contém solução de doxorubicina, solução de ácido ascórbico e uma solução de selenito de sódio em um alginato de sódio em uma solução mista.
CN114796593 Antibacterial peptide-hydrogel for medical dressing as well as preparation method and application of antibacterial peptide-hydrogel	Um peptídeo-hidrogel antibacteriano para curativos médicos, bem como um método de preparação e aplicação do peptídeo-hidrogel antibacteriano. O hidrogel peptídico antibacteriano contra <i>Staphylococcus aureus</i> é preparado a partir de N-isopropilacrilamida, persulfato de amônio, NN metileno bisacrilamida, NNNN-tetrametiletilenodiamina e água.
CN112891616 Chitosan sodium hyaluronate antibacterial liquid film and preparation method thereof	Filme líquido antibacteriano de hialuronato de sódio e quitosana que compreende quitosana, fatores de crescimento celular, hialuronato de sódio, gliceril fosfolípídeo, óleo de coco, propilenoglicol, acetato de butila e acetato de etila. O filme líquido antibacteriano de hialuronato de sódio e quitosana é à prova d'água, respirável e biocompatível.
CN114053473 Preparation method and application of ferrous oxide composite nano-enzyme antibacterial agent	Um agente antibacteriano nanoenzimático composto de óxido férrico biocompatível. Na presença de persulfato de potássio, o Fe ₃ O ₄ -CNT-Hemin/ATP tem um forte efeito bacteriostático e bactericida sobre bactérias patogênicas.
CN113476645 Antibacterial hydrogel dressing for diabetic wound repair and preparation method thereof	Curativo de hidrogel antibacteriano para reparo de feridas diabéticas cuja composição é uma suspensão de fosfato de TiO ₂ /Ag ₃ PO ₄ , uma solução aquosa de ácido poliacrílico (PAA), uma solução aquosa de cloreto de cálcio e uma solução aquosa de glicose oxidase. A atividade antibacteriana elevada e de ação prolongada e a baixa citotoxicidade são mantidas, e a cicatrização de uma ferida diabética é promovida.

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2024)

4 Considerações Finais

Este estudo mostrou que, desde 2004, o desenvolvimento de curativos capazes não somente de proteger mecanicamente a ferida, mas também estimular o processo de reparo tecidual vem sendo explorado de várias formas. Esses biocurativos apresentam propriedades antimicrobianas, anti-inflamatórias e promotoras de reparo tecidual, podendo liberar compostos bioativos ou serem construídos a partir da tecnologia de bioimpressão 3D.

A presente prospecção tecnológica mostrou que, entre os anos de 2004 a 2024, de acordo com os critérios de seleção, foram depositadas 2.156 patentes, sendo a China, em função de um grande investimento na área de inovação, detentora de 16,48% de todas as famílias de patentes, seguida pelos Estados Unidos, com 10,66% e pelo Escritório Europeu de Patentes, com 7,12%. Com estudos concentrados nas áreas de engenharia genética, estudos com produtos à base de peptídeos e produtos à base de polissacarídeos.

Considerando a fase inflamatória como um mecanismo importante no controle da infecção da ferida e produção de mediadores para ativação de células que participam

do reparo tecidual, não ficou claro se curativos anti-inflamatórios poderiam prejudicar a resposta protetora, inibindo, por exemplo, a resposta imune e permitindo a proliferação microbiana.

Devido ao aumento da expectativa de vida, comorbidades e resistência aos antimicrobianos, espera-se que o número de depósitos de patentes continue em ascensão, estimulando o desenvolvimento de curativos capazes de restringir o crescimento bacteriano, controlar a inflamação e estimular a cicatrização de feridas.

5 Perspectivas Futuras

Muitas feridas crônicas são de difícil manejo e outras feridas não podem ser recobertas por curativos. Dessa forma, pesquisas sobre formulações em *spray* capazes de depositar sobre a ferida fatores de crescimento descritos e/ou compostos antimicrobianos e anti-inflamatórios, seriam promissoras. Ainda, visto que a matriz extracelular formada pelo biofilme bacteriano é uma barreira mecânica contra a resposta imune, curativos capazes de degradar a matriz extracelular do biofilme poderiam ser úteis no processo de reparo tecidual. A prevenção de infecções de feridas

representa um desafio significativo. É imperativo que os curativos impeçam a colonização bacteriana e a formação de biofilme, ao mesmo tempo que mantêm níveis ótimos de umidade para facilitar o processo de cicatrização.

Além disso, os curativos devem demonstrar a adaptabilidade necessária para diversas áreas do corpo sem causar danos à pele durante ou após a remoção, portanto, a biocompatibilidade e a flexibilidade são primordiais.

Considerando o impacto ambiental, é recomendável que curativos sejam biodegradáveis, garantindo a produção com sustentabilidade ambiental e uso de produtos ecologicamente corretos.

O tratamento de feridas deve ser personalizado, visto que cada indivíduo é acometido por um tipo de ferida e apresenta um sistema biológico único, cuja resposta ao curativo é individual. Nesse sentido, considerar a etiologia da ferida, o estágio de cicatrização e a presença de comorbidades é fundamental.

Embora existam vários desafios sobre a temática, esses desafios são oportunidades para avanços científicos e tecnológicos significativos que podem revolucionar o tratamento de feridas, melhorando, em última análise, os resultados e a qualidade de vida dos pacientes.

Referências

- AN, Y. *et al.* Autophagy promotes MSC-mediated vascularization in cutaneous wound healing via regulation of VEGF secretion. **Cell Death Disease**, [s.l.], 2018.
- ANTEZANA, P. E. *et al.* The 3D bioprinted scaffolds for wound healing. **Pharmaceutics**, [s.l.], v. 14, n. 2, p. 464, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/2Fpharmaceutics14020464>.
- BONNICI, L. *et al.* Targeting Signalling Pathways in Chronic Wound Healing. **International Journal of Molecular Sciences**, [s.l.], v. 25, n. 1, p. 50, 2023. DOI: [10.3390/ijms25010050](https://doi.org/10.3390/ijms25010050).
- BOOTHBY, I. C.; Cohen, J. N.; Rosenblum, M. D. Regulatory T cells in skin injury: at the crossroads of tolerance and tissue repair. **Science Immunology**, [s.l.], v. 5, n. 47, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1126/sciimmunol.aaz9631>.
- BRAZIL, J. C. *et al.* Innate immune cell-epithelial crosstalk during wound repair. **Journal of Clinical Investigation**, [s.l.], v. 129, n. 8, p. 2.983-2.993, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1172/jci124618>.
- CHAE, S.; GIM, J. A study on trend analysis of applicants based on patent classification systems. **Information**, [s.l.], v. 10, n. 12, p. 364, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/info10120364>.
- CLARK, R. A. Fibrin is a many splendored thing. **Journal of Investigative Dermatology**, [s.l.], v. 121, n. 5, p. 21-22, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1523-1747.2003.12575.x>.
- DARBY, I. A. *et al.* Fibroblasts and myofibroblasts in wound healing. **Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology**, [s.l.], v. 2.014, n. 7, p. 301-311, 2014. DOI: <https://doi.org/10.2147/2FCCID.S50046>.
- DEL AMO, C. *et al.* Wound dressing selection is critical to enhance platelet-rich fibrin activities in wound care. **Int. Journal of Molecular Sciences**, [s.l.], v. 21, n. 2, p. 624, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms21020624>.
- DENG, X.; Maree, G. M.; Ali, M. A. A review of current advancements for wound healing: biomaterial applications and medical devices. **Journal of Biomedical Materials Research**, [s.l.], v. 110, n. 11, p. 2.542-2.573, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1002/jbm.b.35086>.
- DESMOULIÈRE, A. *et al.* Apoptosis mediates the decrease in cellularity during the transition between granulation tissue and scar. **The American Journal of Pathology**, [s.l.], v. 146, n. 1, p. 56-66, 1995.
- DINDA, M. *et al.* The water fraction of calendula officinalis hydroethanol extract stimulates in vitro and in vivo proliferation of dermal fibroblasts in wound healing. **Phytotherapy Research**, [s.l.], v. 20, n. 10, p. 1.696-1.707, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1002/ptr.5678>.
- DIPIETRO, L. A.; WILGUS, T. A.; KOH, T. J. Macrophages in healing wounds: paradoxes and paradigms. **International Journal of Molecular Sciences**, [s.l.], v. 22, n. 2, p. 950, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms22020950>.
- DORJSEMBE, B. *et al.* *Achillea asiatica* extract and its active compounds induce cutaneous wound healing. **Journal of Ethnopharmacology**, [s.l.], v. 206, n. 12, p. 306-314, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2017.06.006>.
- ELLIS, S.; LIN, E. J.; TARTAR, D. Immunology of wound healing. **Current Dermatology Reports**, [s.l.], v. 7, p. 350-358, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/2Fs13671-018-0234-9>.
- FALANGA, V. *et al.* Wound healing and its impairment in the diabetic foot. **Lancet**, [s.l.], v.366, p.736-1743, 2005.
- FEARNS, N. *et al.* Placing the patient at the centre of chronic wound care: a qualitative evidence synthesis. **Journal of Tissue Viability**, [s.l.], v. 26, n. 4, p. 254-259, 2017.
- GIVOL, O. *et al.* A systematic review of calendula officinalis extract for wound healing. **Wound Repair and Regeneration**, [s.l.], v. 27, n. 5, p. 548-561, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1111/wrr.12737>.

- GRAZUL-BILSKA, A. T. *et al.* Wound healing: the role of growth factors. **Drugs Today (Bare)**, [s.l.], v. 39, p. 787-800, 2003.
- HAERTEL, E. *et al.* Regulatory T cells are required for normal and activin-promoted wound repair in mice. **European Journal of Immunology**, [s.l.], v. 48, n. 6, p. 1.001-1.013, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1002/eji.201747395>.
- HINZ, B.; GABBIANI, G. Cell-matrix and cell-cell contacts of myofibroblasts: role in connective tissue remodeling. **Thrombosis and Haemostasis**, [s.l.], v. 90, n. 6, p. 993-1.002, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1160/th03-05-0328>.
- HONG, W. Decline of the center: the decentralizing process of knowledge transfer of chinese universities from 1985 to 2004. **Research Policy**, [s.l.], v. 37, p. 580-595, 2008.
- HUANG, Y. Z. *et al.* Mesenchymal stem cells for chronic wound healing: current status of preclinical and clinical studies. **Tissue Engineering Part B Reviews**, [s.l.], v. 26, n. 6, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1089/ten.teb.2019.0351>.
- JEFFCOATE, W.; PRICE, P.; HARDING, K. G. Wound healing and treatments for people with diabetic foot ulcers. **Diabetes Metabolism Research and Review**, [s.l.], v. 20, p. S78-S89, 2004.
- KIRCHNER, S.; LEI, V.; MACLEOD, A. S. The cutaneous wound innate immunological microenvironment. **International Journal of Molecular Sciences**, [s.l.], v. 21, n. 22, p. 8.748, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms21228748>.
- KOVEKER, G. B. Growth factors in clinical practice. **International Journal of Clinical Practice**, [s.l.], v. 54, p. 590-593, 2000.
- LANDÉN, N. X.; LI, D.; STÄHLE, M. Transition from inflammation to proliferation: a critical step during wound healing. **Cell Mol. Life Sci.**, [s.l.], v. 73, p. 3.861-3.885, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007%2F00018-016-2268-0>.
- LAROCHE, J. *et al.* Immune regulation of skin wound healing: mechanisms and novel therapeutic targets. **Advances in Wound Care**, [s.l.], v. 7, n. 7, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1089/wound.2017.0761>.
- LI, X. Behind the recent surge of chinese patenting: an institutional view. **Research Policy**, [s.l.], v. 41, n. 1, p. 236-249, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.07.003>.
- LIMA, R. V. K. S.; COLTRO, P. S.; FARINA JÚNIOR, J. A. Negative pressure therapy for the treatment of complex wounds. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgia**, [s.l.], v. 44, n. 1, p. 81-93, 2017.
- LINDHOLM, C.; SEARLE, R. Wound management for the 21st century: combining effectiveness and efficiency. **International Wound Journal**, [s.l.], v. 13, n. 52, p. 5-15, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1111/iwj.12623>.
- MARKET Research Community. Wound Care Market Share, Size by Product (Advanced Wound Dressing), By Application (Chronic Wounds), End-Use (Hospitals), and Region (Asia Pacific, Europe, North America, Middle East, and Africa, Latin America), and forecast period-2022-2030". **Report ID – MRC_691**, [s.l.], p. 215. Category – Healthcare and Pharma, 2023. Disponível em: https://marketresearchcommunity.com/wound-care-market/?gclid=EAIaIQobChMIxNT5iNeB_gIVcMmUCR0C0QleEAAYASAAEgKXDPD_BwE. Acesso em: 24 maio 2024.
- MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. **The China effect on global innovation**. 2015. Disponível em: https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/featured%20insights/innovation/gauging%20the%20strength%20of%20chinese%20innovation/mgi%20china%20effect_full%20report_october_2015.ashx. Acesso em: 3 abr. 2024.
- MCKINSEY GLOBAL INSTITUTE. **Página Oficial**. 2024. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/mgi/overview>. Acesso em: 20 abr. 2024.
- NARDINI, M. *et al.* Growth Factors Delivery System for Skin Regeneration: An Advanced Wound Dressing. **Pharmaceutics**, [s.l.], v. 12, n. 2, p. 120, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390%2Fpharmaceutics12020120>.
- OPNEJA, A.; KAPOOR, S.; STAVROU, E. X. Contribution of platelets, the coagulation and fibrinolytic systems to cutaneous wound healing. **Thrombosis Research**, [s.l.], v. 179, p. 56-63, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.thromres.2019.05.001>.
- PATENT LENS. **Explore o conhecimento global de ciência e tecnologia**. 2024. Disponível em: <https://www.lens.org/>. Acesso em: 20 abr. 2024.
- PHILLIPSON, M.; KUBES, P. The healing power of neutrophils. **Trends in Immunology**, [s.l.], v. 40, n. 7, p. 635-647, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.it.2019.05.001>.
- POSNETT, J. *et al.* The resource impact of wounds on health-care providers in europe. **Journal of Wound Care**, [s.l.], v. 18, n. 4, p. 154-161, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.12968/jowc.2009.18.4.41607>.
- QUESTEL ORBIT INTELLIGENCE. **What's happening on Orbit?** 2024. Disponível em: <https://www.orbit.com/>. Acesso em: 20 abr. 2024.
- RAHIM, K. *et al.* Bacterial contribution in chronicity of wounds. **Microbial Ecology**, [s.l.], v. 73, p. 710-721, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00248-016-0867-9>.

RAINHOME. **Guangzhou Rainhome Pharm & Tech Co., Ltd.** China. 2023. Disponível em: <http://www.rainhomedical.com/>. Acesso em: 15 abr. 2024.

RODRIGUES, M. *et al.* Wound healing: a cellular perspective. **Physiological reviews**, [s.l.], v. 99, n. 1, p. 665-706, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1152/physrev.00067.2017>.

RUMBAUT, R. E.; THIAGARAJAN, P. Platelet-vessel wall interactions in hemostasis and thrombosis. **Synthesis Lectures on Integrated Systems Physiology: from Molecule to Function**, [s.l.], v. 2, n. 1, p. 1-75, 2010.

SÃO PAULO (Cidade). **Manual de Padronização de Curativos**. São Paulo: Secretaria Municipal de Saúde, 2021. Disponível em: https://docs.bvsalud.org/biblioref/2021/04/1152129/manual_protocoloferidasmarco2021_digital_.pdf. Acesso em: 13 fev. 2024.

SHAFEIE, N.; NAINI, A.T.; JAHROMI, H. K. Comparison of different concentrations of calendula officinalis gel on cutaneous wound healing. **Biomedical and Pharmacology Journal**, [s.l.], v. 8, n. 2, p. 979-992, 2015. DOI: <https://dx.doi.org/10.13005/bpj/850>.

SINGER, A. J.; CLARK R. A. Cutaneous wound healing. **New England Journal of Medicine**, [s.l.], v. 341, n. 10, p. 738-746, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1056/nejm199909023411006>.

SMITH & NEPHEW FOUNDATION. Skin breakdown – the silent epidemic. **Smith & Nephew Foundation**, Hull, 2007.

TCHERO, H. *et al.* Antibiotic therapy of diabetic foot infections: a systematic review of randomized controlled trials. **Wound Repair and Regeneration**, [s.l.], v. 26, n. 5, p. 381-391, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1111/wrr.12649>.

TOTTOLI, E. M. *et al.* Skin Wound Healing Process and New Emerging Technologies for Skin Wound Care and Regeneration. **Pharmaceutics**, [s.l.], v. 12, p. 735, 2020. DOI: [10.3390/pharmaceutics12080735](https://doi.org/10.3390/pharmaceutics12080735).

VISSE, R.; NAGASE, H. Matrix metalloproteinases and tissue inhibitors of metalloproteinases: structure, function, and biochemistry. **Circulation Research**, [s.l.], v. 92, n. 8, p. 827-839, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1161/01.res.0000070112.80711.3d>.

XIAOBING, F. U. Wound care in China: from repair to regeneration. **The International Journal of Lower Extremity Wounds**, [s.l.], v. 11, n. 3, p. 143-145, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1177/1534734612457033>.

ZOHRA, T. *et al.* Extraction optimization, total phenolic, flavonoid contents, HPLC-dad analysis and diverse pharmacological evaluations of dysphania ambrosioides (L.) Mosyakin & Clemants. **Natural Product Research**, [s.l.], v. 33, p. 136-142, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1080/14786419.2018.1437428>.

Sobre os Autores

Dhara Leite Lopes

E-mail: dhara123@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7016-5087>

Mestre em Biotecnologia pela Universidade Estadual de Feira de Santana em 2023

Endereço profissional: Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Farmácia, Barão de Jeremoabo, n. 147, Ondina, Salvador, BA. CEP: 40170-115.

Cristiane Flora Villarreal

E-mail: cfv@ufba.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0113-7864>

Doutora em Farmacologia pela Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo em 2002.

Endereço profissional: Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Farmácia, Barão de Jeremoabo, n. 147, Ondina, Salvador, BA. CEP: 40170-115.

Reinaldo José Campos Alves

E-mail: rey.alves@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-8618-2527>

Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Estadual de Feira de Santana em 2012.

Endereço profissional: Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Ciências Biológicas, Laboratório de Taxonomia Vegetal, Avenida Transnordestina, s/n, Feira de Santana, Novo Horizonte, BA. CEP: 44036-900.

Paulo José Lima Juiz

E-mail: limajuiz@ufrb.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6351-4397>

Doutor em Biotecnologia pela Universidade Estadual de Feira de Santana em 2013.

Endereço profissional: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciência e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade, Avenida Centenário, n. 697, Bairro SIM, Feira de Santana, BA. CEP: 44042-280.

Prospecção Tecnológica de Modelos de Cultura Celular 3D Bioimpressos para Testes de Toxicidade em Equivalentes de Pele

Technological Prospection of 3D Bioprinted Cell Culture for Toxicity Tests of Skin Equivalents

Carla dos Santos Riccardi¹, Giovana Lanza Okada¹, Jheizon Feitoza do Nascimento Souza¹

¹Universidade Estadual Paulista, São Paulo, SP, Brasil

Resumo

Novos métodos alternativos para a experimentação animal têm sido priorizados na avaliação toxicológica de medicamentos, cosméticos, nanomateriais, entre outras aplicações. Entre esses métodos, podem ser destacados os modelos *in vitro* de cultivo celular 2D e 3D. O objetivo desta pesquisa foi realizar um rastreamento da bioimpressão 3D como uma tecnologia disruptiva no desenvolvimento de modelos de equivalentes de pele em testes de toxicidade. A metodologia envolveu a prospecção científica pela busca nas bases de dados Scopus, Science Direct, Periódicos Capes, Pubmed e Google Scholar; a prospecção tecnológica pelas plataformas Patentscope WIPO, Espacenet e INPI; e a avaliação dos líderes de mercado pelos boletins Mordor Intelligence, IMARC Group e Grand View Research. Os resultados, no período de janeiro de 2009 a abril de 2024, apontaram uma expansão da tecnologia desde 2015, atingindo 14 patentes em 2023. Entende-se que o Brasil tem um grande potencial para criar e desenvolver métodos inovadores na área de bioimpressão de tecidos.

Palavras-chave: Bioimpressão 3D; Métodos alternativos; Pele humana reconstituída.

Áreas Tecnológicas: Prospecção Tecnológica. Bioimpressão (3D). Saúde.

Abstract

Novel alternative methods to experimental animals have been prioritized for toxicity testing in drug screening, cosmetics, nanomaterials, and other applications. Among these methods, the 2D and 3D cell culture *in vitro* models can be appointed. The aim of this study was to track 3D bioprinting as a disruptive technology for the development of new skin equivalent models to toxicity testing. The methodology involved the scientific prospection carried out by searching the Scopus, Science Direct, Periódicos Capes, Pubmed and Google Scholar databases, the technological prospecting using the platforms Patentscope WIPO, Espacenet, and INPI, and the market players by reports of Mordor Intelligence, IMARC Group, and Grand View Research. The results, in the period of Jan. 2009 Apr. 2024, pointed to an expansion of technology since 2015, reaching 14 patents in 2023. Despite the challenges, a market analysis highlighted technological advances for pharmaceutical, cosmetic, biomedical and toxicological applications. Brazil has great potential to create and develop innovative methods around tissue bioprinting.

Keywords: 3D Bioprinting; Alternative methods; Reconstituted human skin.



1 Introdução

O uso de cultura de células 2D convencional é incapaz de recapitular adequadamente importantes interações célula-célula e célula-matriz *in vivo*, e numerosos tipos de células expressam diferentes fenótipos e perfis genômicos em cultura de células 2D *versus* 3D.

Uma nova tendência vem sendo aliar a bioimpressão 3D, que permite construir estruturas anatômicas mais complexas (tecidos, cartilagens e órgãos), em um padrão camada por camada, com o auxílio de impressoras 3D (Choudhury; Anand; Naing, 2018) e biotintas (Ng; Yeong, 2019). Dessa forma, a bioimpressão 3D proporciona alguns benefícios, incluindo uma maior precisão, resolução aprimorada, tempo de processamento rápido e baixo custo (Xie *et al.*, 2020; Kim *et al.*, 2024), além de escalabilidade de dispositivos miniaturizados do tipo Órgãos-em-chip (do termo em inglês, *Organ-on-a-chip*) (Ng; Yeong, 2019).

O cenário de pesquisa em bioimpressão envolve aplicações na área da medicina, biologia celular, na produção de modelos de cultivo celular para estudos fisiopatológicos, na produção de minitecidos para triagem de medicamentos (Murphy; Atala, 2014; Mazzocchi; Soker; Skardal, 2019; Nie *et al.*, 2020) ou na descoberta de novos fármacos (Satpathy *et al.*, 2018), na avaliação de segurança em produtos cosméticos que estão em fase pré-clínica e, também, no campo da medicina regenerativa para a substituição de tecidos e órgãos.

Nos últimos anos, a tecnologia de bioimpressão 3D tem sido evidenciada como método alternativo para a experimentação animal (De Spirito *et al.*, 2024) para pesquisa básica e estudos pré-clínicos. Embora as culturas de células e os modelos animais sejam amplamente utilizados para testes toxicológicos, os avanços recentes na tecnologia de bioimpressão 3D estão emergindo como uma ferramenta útil para modelos celulares complexos, testes *in vitro* de toxicidade para fármacos (Paradiso *et al.*, 2023; Sun *et al.*, 2020) e poluentes emergentes e nanomateriais.

Porém, ainda existem muitos desafios para o estabelecimento desse modelo, pois ainda não foram obtidos protocolos padronizados, já que a execução das técnicas é de alto custo (Bachmann *et al.*, 2015), assim como novas metodologias devem ser desenvolvidas para que seja possível alcançar a heterogeneidade de órgãos e tecidos, por exemplo, sua vascularização e sua mecânica e anatomia funcional (Dikyol *et al.*, 2021).

As metodologias de maior destaque para o cultivo de células em 3D dentro da literatura especializada são cultura em esferoides, *chips* microfluidicos, biorreatores e bioimpressão 3D, os quais também podem aplicar em conjunto a técnica de cocultura para a obtenção de plataformas com diferentes tipos de células cultivadas *in*

vitro, permitindo a obtenção de modelos 3D mais complexos (Joshi; Singh, 2023).

Apesar da tendência e da obtenção de resultados mais precisos, a área apresenta desafios relevantes que delongam a aplicação de maior constância das metodologias das culturas 3D, por exemplo, a pluralidade de protocolos, o que corrobora para a falta de padronização; a heterogeneidade na produção de esferoides com relação ao seu tamanho e volume, fator crítico para o sucesso dessa metodologia (Ivascu; Kubbies, 2006); e hidrogéis de origem natural, que também podem ocasionar em diferenças na produção de um lote para outro, o que acarreta em divergência de resultados entre estudos e possível contaminação patogênica (Eglen; Randle, 2015).

Assim, a bioimpressão 3D vem surgindo como uma técnica capaz de mimetizar a matriz extracelular, as relações e a comunicação célula-célula e célula-matriz, essenciais para assegurar o melhor desempenho desses ensaios. Em adição, a bioimpressão 3D oferece maior acurácia e alta resolução na deposição celular, maior controle sobre a disposição das células na estrutura impressa, assim como simplicidade de manuseio e com aceitável custo-benefício (Peng *et al.*, 2017).

Outro fator de destaque é que a cultura celular bioimpressa promove um melhor entendimento da absorção, distribuição, metabolismo e excreção e toxicidade de xenobióticos (Peng *et al.*, 2017), tanto para testes de novos fármacos como para poluentes e modelagem de doenças.

Ao construir modelos celulares mais genuínos, perspectivas futuras podem consolidar a bioimpressão 3D como método alternativo ao uso de animais (Kabene; Baadel, 2019; Kandarova; Hayden, 2020; Bagatin *et al.*, 2023). Nesse sentido, a literatura enfatiza algumas das vantagens dos substitutos de pele bioimpressos em 3D, incluindo a automação e a padronização do processo, a precisão na deposição de células e o tempo adequado de produção (Fayyazbakhsh; Leu, 2020).

Os avanços tecnológicos para a obtenção de modelos de pele bioimpressos permitem diversos segmentos, como medicina regenerativa (feridas crônicas, queimaduras, ulcerações, e cirurgia reconstrutiva após grandes ressecções oncológicas); modelagem de condições fisiopatológicas (cicatrização de feridas, resposta UV, envelhecimento, permeabilidade da barreira cutânea, reação medicamentosa, fotoirradiação, câncer de pele e condições inflamatórias); e indústria cosmética/farmacêutica (segurança e eficácia de produtos, estudo do modo de ação e metabolização de medicamentos, terapias personalizadas) (Olejnik *et al.*, 2022; Kang *et al.*, 2023).

Assim, o objetivo do presente estudo é unificar os mais recentes e relevantes apontamentos da tecnologia de

bioimpressão 3D para a obtenção de equivalentes de pele na prospecção de novos testes *in vitro* de toxicidade.

2 Metodologia

O desenvolvimento metodológico do tema fundamentou-se em três etapas. Na primeira etapa, foi realizada a prospecção de artigos nas bases de dados: Scopus (<https://www.scopus.com/>); Science Direct (<https://www.sciencedirect.com/>); Periódicos Capes (<https://www.periodicos.capes.gov.br/>); Pubmed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>); e Google Scholar (<https://scholar.google.com.br/>). Os descritores de área utilizados foram: “3D bioprinting”; “3D *in vitro* models”; “toxicity testing” e as diferentes combinações entre os termos citados. Para delimitar os resultados obtidos, o critério de inclusão foi a seleção de artigos de pesquisa experimental publicados nos últimos 10 anos e de artigos citados em trabalhos de revisão da literatura especializada que não foram indicados pelos descritores de área.

A segunda etapa tratou da busca de patentes nas plataformas Patentscope WIPO, Espacenet (EPO) e INPI por meio das palavras-chave mais abrangentes, como *bioprinting*, *three-dimensional model*, e mais específicas para o foco deste estudo, como *three-dimensional skin model*, *reconstructed human skin*. O período analisado foi de janeiro de 2009 a abril de 2024.

A terceira etapa consistiu da análise mercadológica da área de bioimpressão 3D por meio de dados públicos acessíveis de boletins das empresas de pesquisa de mercado de tecnologias Mordor Intelligence, IMARC Group e Grand View Research.

3 Resultados e Discussão

A prospecção de artigos científicos foi realizada com o uso dos descritores de área (“3D *bioprinting*”; “3D *in vitro* models”; “toxicity testing” e suas combinações), no período de janeiro de 2009 a abril de 2024. Um número de 4.058 artigos experimentais foi rastreado, sendo que apenas 3,0% das publicações mostraram um detalhamento experimental para a aplicação em novos testes toxicológicos a partir de modelos 3D *in vitro* bioimpressos. Com o incentivo no desenvolvimento e comercialização de bioimpressoras 3D e biotintas, um número crescente de artigos científicos no campo da bioimpressão 3D começou a despontar a partir de 2015. Com base nessa tendência de crescimento, pode-se considerar que a tecnologia de bioimpressão 3D começou a atrair atenção e interesse de pesquisa nos últimos cinco anos, a partir de 2019.

Em termos da prospecção tecnológica, os números de famílias de patentes de invenção foram mapeados pelas

bases de dados Patentscope WIPO, Espacenet EPO, por meio do descritor mais abrangentes da área (*bioprinting*), assim, foram obtidos de 1.623 (WIPO) e 2.823 (EPO). A combinação de termos mais específicos (*bioprinting*, *3D models* e *toxicity testing*) permitiu uma análise global das inovações em bioimpressão 3D que podem utilizar essa ferramenta tecnológica para testes *in vitro* de toxicidade. A busca obteve 843 processos no WIPO e 981 no EPO. O uso de critérios norteadores para a temática em estudo (*bioprinting*, *3D skin model* e *reconstructed human skin*) permitiu acessar 61 e 94 documentos no WIPO e EPO, respectivamente. Assim, a análise do número de patentes apontou para a possibilidade de inovação em novos modelos *in vitro* para testes de toxicidade a partir da tecnologia de bioimpressão 3D.

A Tabela 1 apresenta o número de depósitos de patentes nos bancos de dados WIPO e EPO.

Tabela 1 – Número de depósitos de patentes nos bancos de dados WIPO e EPO

DESCRITORES/ESTRATÉGIA DE BUSCA	WIPO	EPO
EN_ALL: Bioprinting	1623	2823
EN_ALL: (bioprinting) AND (3D OR three-dimensional model* OR toxicity testing)	843	981
EN_ALL: (bioprinting) AND (3D OR three-dimensional skin model* OR reconstructed human skin)	667	837
EN_ALL: (bioprinting) AND (3D OR three-dimensional skin model*) AND (reconstructed human skin)	61	94

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

Os bancos de dados Patentscope WIPO e Espacenet EPO permitem acompanhar a distribuição por países, por código da Classificação Internacional de Patentes (CIP) e por ano de publicação (Figura 1). Destaca-se que a distribuição de patentes encontradas pelo Tratado de Cooperação de Patentes (do termo em inglês *Patent Cooperation Treaty*, *PCT*; ou código WO) foi de 36 e 55 depósitos (WIPO e EPO, respectivamente). Salienta-se que os Estados Unidos da América foram identificados como o país de primeira prioridade para o depósito de patentes, com um total de 20 (WIPO) e 47 (Espacenet) publicações.

As famílias de patentes podem ser classificadas internacionalmente na área tecnológica quanto aos códigos IPC/CPC (Brasil, 2023), identificadas pelas seções alfanuméricas (A, B, C, D, E, F, G e H). Sendo que neste estudo o ranqueamento evidenciou as seções A (Necessidades Humanas); B (Operações de Processamento

e Transporte); e C (Química e Metalurgia), com destaque para as classes A61L (Ciência médica ou Veterinária; Higiene) e B33Y (Tecnologia de fabricação aditiva).

Quanto ao número de depósito de patentes de acordo com o ano na base WIPO, a importância da área tecnológica de bioimpressão com enquadramento para o desenvolvimento de modelo de pele humana reconstituída para testar toxicidade despontou em 2015. O maior número de publicações ocorreu em 2023 (n= 14 patentes), conforme apresentado na Figura 1. Sendo que até o período deste estudo (abril de 2024), o banco de dados WIPO apontou oito patentes depositadas, podendo superar o ano anterior.

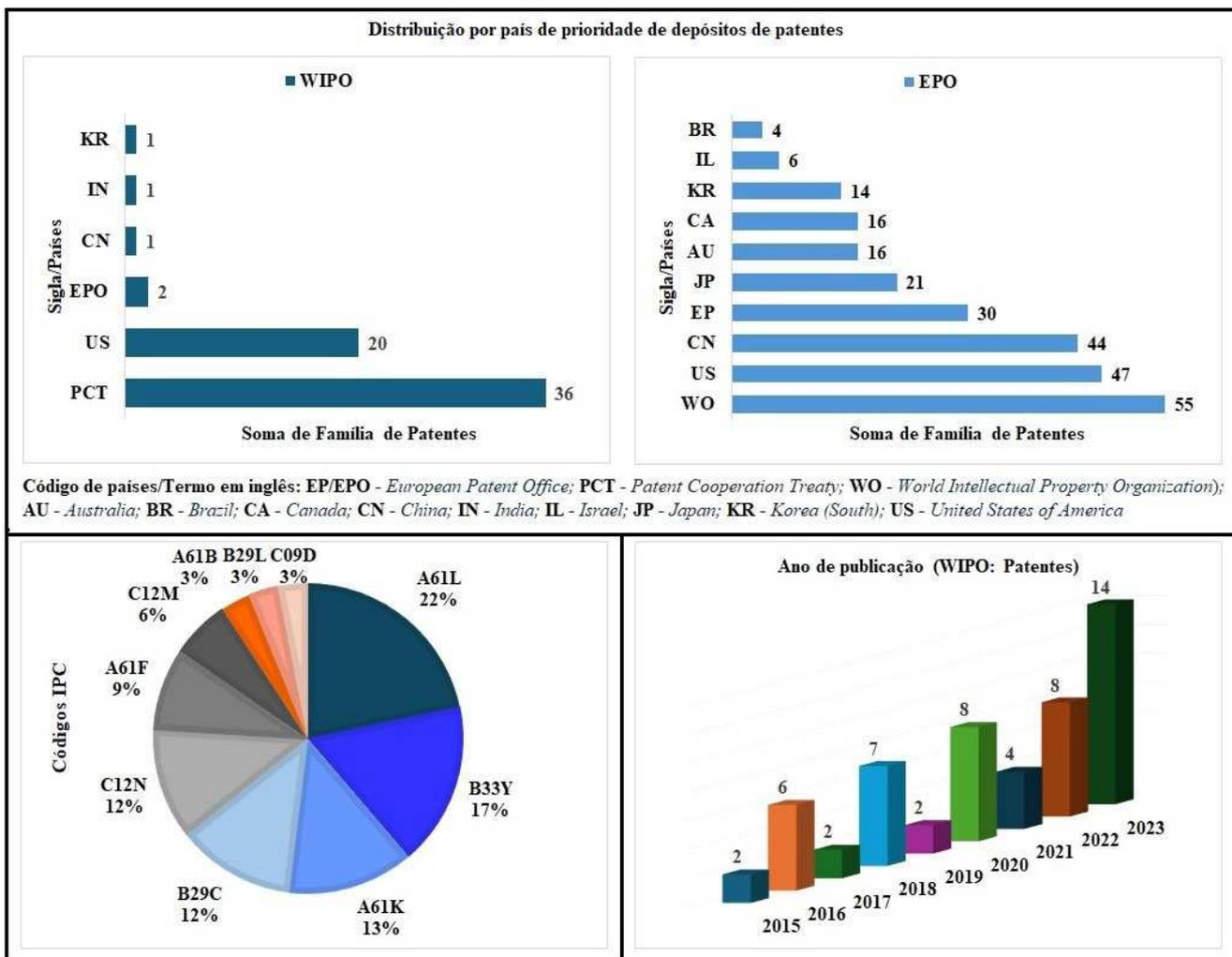
A primeira família de patentes, que reporta modelos de pele bioimpressos, foi identificada no ano de 2009.

O avanço da tecnologia no contexto geral da bioimpressão 3D (descriptor “*bioprinting*”) apontou um foco na seleção de materiais de alto desempenho com o intuito da obtenção de modelos 3D bioimpressos mais precisos com potencialidade para o uso na área médica de cicatrização precoce de feridas.

O Quadro 1 apresenta a família de patentes identificadas.

No Brasil, um total de oito pedidos de patentes foi mapeado no banco do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), utilizando o termo “Bioimpressão 3D”. A Tabela 2 apresenta o detalhamento do depósito de pedido nacional de patente.

Figura 1 – Depósito de patentes de acordo com o ano na base WIPO, segundo a distribuição por países, o código da CIP e o ano de publicação



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

Uma análise específica das descrições das patentes no INPI demonstrou o interesse para o desenvolvimento de produtos tecnológicos a partir da obtenção de formulação de biotintas, modelos *in vitro* obtidos por bioimpressão 3D e/ou 4D ou tecnologia de eletrofiação e patentes de

modelo de utilidade referente a equipamento do tipo Bioimpressora em 3D. Os inventores apontam as aplicações na área da biotecnologia e saúde, incluindo os segmentos farmacêuticos, cosméticos, estéticos e engenharia tecidual.

Quadro 1 – Dados da primeira família de patentes que reporta modelos de pele bioimpressos

WO2010030964A2 (DATA DA PUBLICAÇÃO: 18 DE MARÇO DE 2010)	
TÍTULO DA PATENTE: 3 – DIMENSIONAL MULTI-LAYERED HYDROGELS AND METHODS OF MAKING THE SAME	
Famílias de Patentes – CIP	A61L 27/52 A61L 27/54
Depositante	Brigham and Women's Hospital
Inventor	Seung-Schik Yoo
Descrição: As modalidades da invenção fornecem construções tridimensionais de hidrogel por método de impressão a jato de biotinta. O sistema em multicamadas tridimensionais pode ter canais de perfusão constituídos por diferentes hidrogéis. A reivindicação reporta construtos com fibroblastos e queratinócitos, células-tronco de folículo piloso, e neurônios, astrócitos e/ou células-tronco neurais.	
Patente relacionada US2011212501A1	

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo (2024)

Tabela 2 – Detalhamento do depósito de pedido nacional de patentes no INPI

MÊS/ANO DEPÓSITO	NÚMERO DO PEDIDO	TÍTULO	CIP
Nov. 2018	BR 11 2020 010791 3	Sistema de fabricação aditiva. Kit de fabricação aditiva e método Depositante: Auregen Biotherapeutics SA (CH)	B29C 64/106
Mar. 2019	BR 11 2020 018027 0	Composição de biotinta para bioimpressão 3D Depositante: Granbio Intellectual Property Holdings, LLC (US) / Regenix Ltda. (GB)	A61L 27/26
Set. 2020	BR 10 2020 018170 0	Sistema de bioimpressão 3D, adaptador de seringa, uso de um sistema de bioimpressão 3D e processo de extrusão Depositante: TissueLabs Pesquisa e Desenvolvimento Ltda. (BR/SP)	B29C 64/20
Out. 2020	BR 10 2020 020534 0	Método para a produção de uma composição de proteínas de matriz extracelular Depositante: Janaína de Andrea Dernowsek Ltda. (BR/SP)	C12N 5/077
Dez. 2020	BR 20 2020 025444 3	Bioimpressora 3D utilizando células tronco vegetais aplicada à recriação de tecido cutâneo para rejuvenescimento facial e biomáscara facial a partir de bioimpressão 3D Depositante: Dermayah Inovações em Beleza e Bem Estar Ltda. (BR/SP)	A61K 8/02
Jun. 2021	BR 10 2021 015108 0	Processo de obtenção de biocurativo tridimensional, biocurativo tridimensional e seu uso Depositante: In situ Terapia Celular (BR/SP)	A61L 27/38
Set. 2021	BR 10 2021 019538 0	Método para a produção de uma composição de proteínas de matriz extracelular e produto obtido por tal método Depositante: Janaína de Andrea Dernowsek Ltda. (BR/SP)	C12N 5/02
Dez. 2021	BR 11 2023 012300 3 A2	Sistema para armazenar ou cultivar um modelo de órgão ou de tecido, e, uso do sistema Depositante: Polbionica SP. Z O.O. (PL)	A01N 1/02

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

O mercado global da bioimpressão 3D faturou, em 2023, 2,3 bilhões de dólares e, até 2030, está prevista uma taxa de crescimento anual de 12,5% (Grand View Research, 2022). Portanto, é de se esperar que diversas empresas ao redor do mundo apostem seus modelos de negócio na bioimpressão e em suas diversas aplicações. Trata-se, portanto, de um mercado muito competitivo por natureza e caracterizado por pequenos e grandes *players*. Este estudo analisou informações de três empresas de pesquisa de mercado de tecnologias em geral, Mordor Intelligence, IMARC Group e Grand View Research, com o intuito de rastrear os principais líderes de mercado na temática de Bioimpressão 3D e os países que são mercado-alvo, listados no Quadro 2.

A partir de dados da literatura, Santoni *et al.* (2022) reportaram que, no contexto geral dos modelos de negócios das empresas desse segmento, atuam duas vertentes: 1)

venda de equipamentos do tipo bioimpressoras comerciais e/ou biotintas, correspondendo a 63% do mercado global; e 2) prestação de serviços de bioimpressão com tecnologia proprietária ou equipamentos comercialmente indisponíveis, integrando 37%, e/ou por meio de parcerias com clientes, geralmente para indústrias cosméticas ou farmacêuticas. Segundo os autores, apenas duas empresas foram monitoradas quanto ao modelo de negócios apresentando como produto comercializado a base de cultivo celular 3D bioimpresso. Outro destaque refere-se à composição desse mercado com 80% de empresas consolidadas e 20% por *start-ups*, decorrente principalmente de *spin-offs* universitárias.

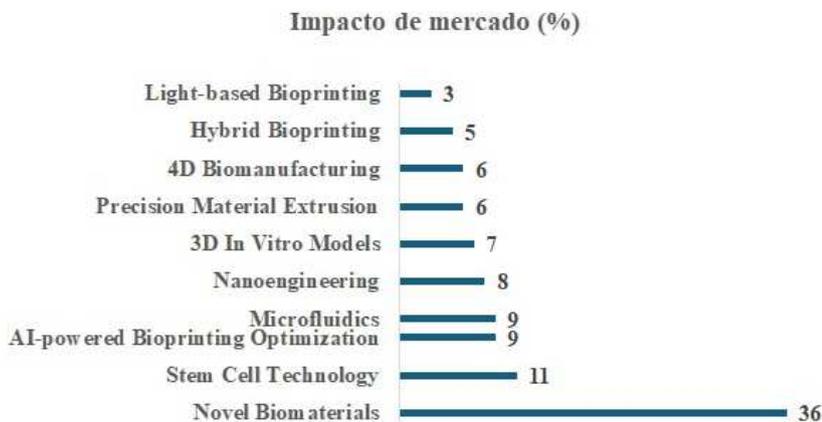
A StartUs-Insights (2023) avaliou 10 tendências do setor de Bioimpressão 3D na área da saúde, que estão apresentados na Figura 2 quanto ao impacto, a partir de dados setoriais de 248 *Startups* e *Scaleups*.

Quadro 2 – Principais empresas líderes de mercado e países (mercado-alvo)

LÍDERES DE MERCADO	PAÍSES (MERCADO-ALVO)
3D Bioprinting Solutions (Rússia) 3D Systems Inc. (E.U.A.) 3DBio Therapeutics (E.U.A.) Allevi (Brasil) Aspect Biosystems Ltd. (Canadá) Cellink / BICO Group AB (Suécia) Cyfuse Biomedical K.K. (Japão) EnvisionTec, Inc. (E.U.A.) Foldink Life Science Technologies (Armênia) GeSiM Bioinstruments and Microfluids (Alemanha) Inventia Life Science Pty Ltda. (Austrália) Materialise (Bélgica) Organovo Holdings, Inc. (E.U.A.) Poietis (França) Regemat 3D S.L. (Espanha) RegenHU S.A. (Suiça) Stratasys Ltd. (E.U.A.) Vivax Bio, LLC. (E.U.A.)	Estados Unidos da América, Canadá, Inglaterra, França, Itália, Alemanha, Espanha, Dinamarca, Noruega, Japão, China, Índia, Tailândia, Coreia do Sul, Brasil, México, Argentina, Colômbia, África do Sul, Arábia Saudita, Emirados Árabes Unidos, Kuwait

Fonte: Elaborado pelos autores deste artigo com base na análise de dados das empresas Morder Intelligence, Grand View Research e IMARC Group (2024)

Figura 2 – Tendências e porcentagem de impacto de mercado do setor de Bioimpressão 3D



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

Os esforços quanto à validação de novos métodos *in vitro* alternativos e ao uso de modelos animais vêm corroborando o avanço da tecnologia de modelo de pele bioimpressa. Neste estudo, três empresas foram identificadas no cenário de comercialização pelas *Startups* Poietis (França), Inventia Life Science Pty Ltda. (Austrália) e Cellink, pertencente ao grupo BICO (Suécia).

A Cellink/BICO (<https://www.cellink.com/>) possui um portfólio diversificado de equipamentos e biotintas para modelos de tecidos *in vitro* voltados para as tecnologias de engenharia de tecidos e para a produção de substitutos de pele. A Cellink mantém colaborações contínuas com empresas como MedImmune, AstraZeneca e Takara Bio, e suas bioimpressoras são usadas para pesquisas em Harvard University, Merck, Novartis, the U.S. Army, Toyota, Johnson & Johnson (Cellink a Bico Company, 2021).

A empresa Inventia Life Sciences (<https://inventia.life/>) foca em técnicas de bioimpressão DOD (*drop-on-demand*) para construir modelos de tecidos e organoides, incluindo a pele.

A *startup* Poietis oferece produtos de *hardware*, serviços e o primeiro modelo de pele bioimpressa comercial Poieskin® (<https://poietis.com/tissue-models/>), que consiste de uma camada dérmica de fibroblastos humanos primários incorporados em uma matriz de colágeno I sobreposta por uma epiderme estratificada derivada de queratinócitos humanos primários. A *startup* possui parceria com as empresas consolidadas Basf e L'oreal. Em 2015, um acordo de pesquisa e desenvolvimento foi assinado com a Basf para o desenvolvimento de tecnologias avançadas de bioimpressão 3D para aprimorar os modelos de tecidos bioimpressos e apoiar o desenvolvimento de testes para cosméticos bioativos. O grupo L'oreal (Clichy, França) desenvolveu vários tipos de peles bioimpressas em 3D, incluindo EpSkinTM (Clichy, França) e SkinEthicTM (Clichy, França), EpiDermTM da MatTek (Ashland, MA); e Epi-model 24 da J-Tek (Aichi, Japão) e KeraSkinTM da Biosolution (Seul, República da Coreia) (<https://poietis.com/tissue-models/>), que são modelos de epiderme e pele equivalentes validados e aprovados como métodos alternativos para a avaliação de segurança de produtos.

Com relação à prospecção de mercado por meio de patentes, o presente estudo mapeou duas patentes registradas do grupo L'oreal. Em 2016, a empresa firmou uma parceria exclusiva de pesquisa com a Organovo Inc. (US) para desenvolver bioimpressão de folículo capilar. Essa parceria de investigação teve como perspectivas avanços em modelos de pele, uma vez que as tecnologias convencionais de engenharia de tecidos permanecem limitadas em termos da complexidade dos padrões celulares. A patente consta sobre o número de registro WO/2016/073782 intitulada “*Engineered three-dimensional skin tissues, arrays thereof,*

and methods of making the same”, dos inventores Kelsey Nicole Retting, Colin M. O'Neill, Deborah Lynn Greene Nguyen, Sharon C. Presnell, Jessica Langer, Guive Balooch, Elizabeth Wu e Julien Demaude. Os documentos patentários relacionados são US20180272035, US20160122723, EP3215603, JP2017537654, DK3215603, JP2021045159 e US20230201420.

Em 2023, a patente da empresa com registro de depósito WO2023041798, intitulada “*Two-layer support for the preparation of epi(dermal) equivalente or skin equivalente*”, possuía sua invenção relacionada ao método comum para produzir um equivalente dérmico ou cutâneo ou epidérmico, bem como seu uso para triagem de compostos, curativos de feridas ou enxertos de pele. Na descrição do documento, a etapa de deposição de células é realizada de forma controlada manualmente ou assistida por bioimpressão.

Em termos de perspectivas, a Next Big Innovation Labs (NBIL), *startup* com sede na Índia, está apostando em tecnologia para bioimpressão de pele humana conhecida por Innoskin® (<https://nextbiglab.com/>).

O laboratório Chanel Research Lab anunciou um estudo estratégico para promover a aceleração do conhecimento em hiperpigmentação dérmica, uma grande preocupação estética entre as populações idosas. Nesse contexto, em parceria com a LabSkin Creations, que é uma um CRO (*Conversion Rate Optimization*) de biotecnologia especializado em engenharia avançada de modelo 3D de pele e tecido adiposo, foi possível propor um novo modelo *in vitro* de pele (pele humana reconstruída) no qual pode aparecer uma mancha escura. O detalhamento técnico da inovação foi anunciado em setembro de 2022 no Congresso de Dermatologia (Gendronneau, 2023). Segundo a empresa de pesquisa de mercado Zion Market Research, o mercado de produtos para hiperpigmentação cutânea projeta uma taxa de crescimento anual de 5,75% entre o período de 2022 a 2028, atingindo um valor de US 8.90 bilhões. O aumento da exposição solar, a poluição urbana e doméstica e o envelhecimento da população são factores que contribuem para o aumento dos distúrbios pigmentares. São, portanto, os principais mercados os países da América do Norte, a Coreia do Sul, a China e o Japão (Zion Market Research, 2022).

Em termos de equipamentos, várias empresas utilizam Bioimpressoras à base de extrusão de hidrogéis, incluindo 3DDiscovery (RegenHU, Suíça), Inkredible (Cellink, Suécia), Biobot™ and Bioassemblybot[□] (Advanced Solutions, Estados Unidos), Bio V1 (Regemat3D, Espanha), 3DS Alpha e Omega Bioprinter (3Dynamic Systems, Inglaterra), Fabion (3D Bioprinting Solutions, Rússia), BioScaffolder (GeSim, Alemanha), Rokit Invivo (Rokit, Coreia), Syn (BIO3D, Singapura), Bioarchitect (Regenovo, China) (www.3ders.org).

E, ainda, *players* como Natura, L'Oréal e Procter & Gamble estão investindo em tecnologia de bioimpressão para o desenvolvimento de modelos organotípicos de pele (Millás *et al.*, 2019).

No Brasil, o mercado da bioimpressão vem crescendo a cada dia e é composto de pilares principais como grupos de pesquisas em universidades, *startups*, empresas, institutos de pesquisa e a agência reguladora Anvisa (Millás *et al.*, 2019). A primeira *startup* a surgir no país na área foi a 3DBS (3D Biotechnology Solutions) na cidade de São Paulo, em 2017 (Millás *et al.*, 2019). Atualmente, essa empresa atua na produção de equipamentos para bioimpressão customizados, assim como prestação de consultoria sobre engenharia de tecidos (Millás *et al.*, 2019). A empresa possui dois projetos principais em andamento, os quais são: a bioimpressão de estruturas tubulares e modelos cardíacos *in vitro* e a bioimpressão de tumores para testes de fármacos e modelação da enfermidade (Millás *et al.*, 2019). O *site* da empresa apresenta o produto 3DBSkin™ (modelo de pele reconstituída humana, disponível apenas para pesquisa). O produto 3DBSkin™ é diferenciado e estratificado de forma semelhante a uma pele humana nativa, o que inclui a geração do estrato córneo (<http://www.3dbiotechnologyessolutions.com/en/3dbskin/>).

A Bioedtech, fundada em 2018, é uma outra empresa que atua no setor educacional na área de bioimpressão 3D. Tem em seu portfólio bioimpressoras extrusoras à base de hidrogéis, produção de maquinário personalizado, placas para o cultivo celular de esferoides e tem como seu diferencial a capacitação por cursos presenciais ou oferecidos em uma plataforma *on-line* para o melhor entendimento sobre a bioimpressão 3D e suas aplicações, por exemplo, na área de alimentos, farmacologia e cosméticos (Bioedtech, 2018).

Em Brasília, DF, está localizada a *startup* Bioprint3D, que fabrica materiais de baixo custo para a biofabricação 3D, como máquinas e dispositivos, biotintas inteligentes antimicrobianas de diversas biodegradabilidades, assim como oferece cursos e treinamentos (Bioprinting3D, 2024).

A *startup* paulista InSitu pertence à área da medicina regenerativa, e, ao utilizar a técnica de bioimpressão para elaborar biocurativos à base de células-tronco, tem como objetivo cicatrizar feridas crônicas ou queimaduras graves (InSitu, 2022). Essa terapia já se provou altamente eficaz, não invasiva para os pacientes, e sua simplicidade de aplicação tem o potencial de reduzir gastos públicos se aplicada ao Sistema Único de Saúde (SUS).

A *startup* brasileira TissueLabs está inserida na área de engenharia de tecidos e oferece equipamentos e formulações de biotintas para pesquisadores que procuram fabricar tecidos e órgãos em laboratório (Huntzinger, 2022). A missão da empresa foca na produção de órgãos humanos para transplante, como na criação do primeiro coração

bioartificial transplantável no mundo (TissueLabs, 2022). A empresa possui em seu catálogo os hidrogéis MatriXpec™ Thermo e MatriXpec™, produzidos sob encomenda e específicos para cultivo do tecido desejado, sendo inseridas proteínas de sua matriz extracelular (Huntzinger, 2022). Hoje, esse hidrogel está disponível para 15 tipos diferentes de tecidos, entre estes, a pele (Tissuelabs, 2022).

Portanto, os resultados discutidos mostraram que, apesar da necessidade de maiores avanços tecnológicos, a bioimpressão 3D apresenta escalabilidade e procura dentro do mercado, o que resulta em diversos empreendedores no Brasil e no mundo apostando seus modelos de negócio que envolvem as impressoras 3D e os materiais para a formulação das biotintas.

4 Considerações Finais

A bioimpressão 3D comprova-se como uma metodologia mais eficiente e fidedigna em seus resultados para testes toxicológicos com relação ao padrão-ouro atual: os testes *in vitro* em monocamada 2D. Trata-se de uma tendência como ferramenta para métodos alternativos (OECD, 2017) para a experimentação animal em pesquisas científicas e testes para garantir a segurança de medicamentos, cosméticos, agroquímicos, entre outros.

Conforme sua popularidade é aumentada, é possível que seu alto custo atual seja reduzido pela competitividade do mercado, e, também, com estudos progressivamente mais modernos, novas vias podem ser encontradas para tornar esse método um processo *high-throughput*, ou seja, será definido um padrão para as variáveis envolvidas tanto no momento da impressão (bocal de extrusão, velocidade de impressão, temperatura e pressão do ambiente, etc.) como nas características essenciais para uma biotinta eficiente (composição ideal, viscosidade, viabilidade celular, entre outros), além de ser capaz de suportar estruturas geometricamente complexas.

O maior desafio ainda apontado pela literatura especializada é a construção de tecidos viáveis vascularizados com funções eficientes. Considerando os aspectos de tecidos dérmicos, a inervação, a cor, a textura e as características individuais da pele nativa podem ser citadas como outras dificuldades.

No cenário atual, a bioimpressão é considerada uma tecnologia disruptiva com potencialidades para soluções inovadoras em engenharia de tecidos e medicina regenerativa, bem como para testes de eficácia e de segurança de produtos cosméticos, medicamento, nanomateriais, entre outros.

Ressalta-se que o Brasil tem um potencial para prospectar e desenvolver métodos inovadores na área de bioimpressão 3D de tecidos.

5 Perspectivas Futuras

O mercado de bioimpressão 3D enfrenta obstáculos no sentido de escassez de profissionais qualificados e custo elevado da tecnologia. A área pode ser apontada com uma sinergia potencial entre a bioimpressão 3D e as áreas emergentes no intuito de obter soluções inovadoras.

Com a previsão de crescimento contínuo da disseminação da técnica ao longo dos anos, há expectativas otimistas para o surgimento de novas metodologias e de empresas especializadas, permeando, cada vez mais, nos diversos centros de pesquisa e no setor industrial. Trata-se de uma técnica versátil, que pode representar praticamente todos os tecidos do corpo, e, desse modo, possibilitar sua aplicação em diversos estudos distintos. Como se trata de uma medicina personalizada, é tendência da bioimpressão 3D em conjunto com as células específicas do paciente auxiliar nas definições precisas de testes clínicos de novos medicamentos, modelagem de doenças, testes de toxicidade e, até mesmo, transplante de órgãos.

Uma direção futura é gerar modelos de pele mais complexos e com características específicas de peles secas, oleosas, com diferentes texturas, pigmentadas em diversas tonalidades/tons para atender às exigências setoriais. Deve-se observar que existem alguns desafios éticos, sociais e legais que requerem atenção no escopo da tecnologia se o produto for utilizado com sucesso em larga escala e no campo de medicina (Olejnik *et al.*, 2022).

A vertente mundial tem indicado que o avanço do desenvolvimento de tecidos e miniórgãos por bioimpressão 3D de forma mais complexa e funcional permitirá a integração com diversas áreas, como a tecnologia de edição genética, a nanotecnologia e a Inteligência Artificial, bem como as questões legais e sociais, incluindo aspectos em qualidade e segurança, regulamentação, propriedade e acesso da tecnologia.

Referências

BACHMANN, A. *et al.* 3D Cultivation techniques for primary human hepatocytes. **Microarrays**, [s.l.], v. 4, n. 1, p. 64-83, fev. 2015. DOI: 10.3390/microarrays4010064. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3390/microarrays4010064>. Acesso em: 5 abr. 2024.

BAGATIN, J. T. *et al.* Bioprinted and manual human epidermis production: a compared performance for skin irritation tests. **Bioprinting**, [s.l.], v. 29, p. e00251, fev. 2023. DOI: 10.1016/j.bprint.2022.e00251. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bprint.2022.e00251>. Acesso em: 20 abr. 2024.

BIOEDTECH. **Bioimpressão 3D é o futuro**. [2018]. Disponível em: <https://www.bioedtech.com.br/>. Acesso em: 25 abr. 2024.

BIOPRINT3D. **Do passado para o futuro da biofabricação 3D**. [2024]. Disponível em: <https://bioprint3d.wixsite.com/bioprint3d>. Acesso em: 20 abr. 2024.

BRASIL. **Classificação de Patentes (IPC/CPC)**: Relatório Executivo. Grupo de Trabalho de Classificação de Patentes Portaria INPI-DIRPA 06/2021, de 13 de agosto de 2021. Elaborado por Catia Valdman, Maria Raquel Catalano de Sousa, Dárcio Gomes Pereira, Rodrigo Barbosa Ferraro, Tatielli Gonçalves e Gregório Barbosa. 2023. Disponível em: https://www.gov.br/inpi/pt-br/servicos/patentes/classificacao/RelatorioExecutivo_Classificacao2022.pdf. Acesso em 26 abr. 2024.

CELLINK A BICO COMPANY. Cellink announces third year extension of collaboration with a global biopharmaceutical company for drug discovery. **MarketScreener**, January 28, 2021. Disponível em: <https://www.cellink.com/cellink-announces-third-year-extension-of-collaboration-with-a-global-biopharmaceutical-company-for-drug-discovery/>. Acesso em: 4 mar. 2024.

CHOUDHURY, D.; ANAND, S.; Naing, M. W. The arrival of commercial bioprinters towards 3DbBioprinting revolution. **Int. J. Bioprint.**, [s.l.], v. 4, n. 2, p. 139-158, jun. 2018. DOI 10.18063/ijb.v4i2.139. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7582003/>. Acesso em: 20 mar. 2024.

DE SPIRITO, M. *et al.* Bridging the gap: integrating 3D bioprinting and microfluidics for advanced multi-organ models in biomedical research. **Bioengineering**, [s.l.], v. 11, n. 7, p. 664-673, jun. 2024. DOI 10.3390/bioengineering11070664. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/bioengineering11070664>. Acesso em: 16 out. 2024.

DIKYOL, C. *et al.* Multimaterial bioprinting approaches and their implementations for vascular and vascularized tissues. **Bioprinting**, [s.l.], v. 24, p. 1-23, dez. 2021. DOI 10.1016/j.bprint.2021.e00159. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bprint.2021.e00159>. Acesso em: 5 abr. 2024.

EGLIN, R.; RANDLE, D. H. Drug discovery goes three-dimensional: goodbye to flat high-throughput screening? **Assay and Drug Development Technologies**, [s.l.], v. 13, n. 5, p. 262-265, jun. 2015. DOI 10.1089/ad.2015.647. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1089/ad.2015.647>. Acesso em: 4 abr. 2024.

FAYYAZBAKSH, F.; LEU, M. C. A brief review on 3D bioprinted skin substitutes. **Procedia Manufacturing**, [s.l.], v. 48, p. 790-796, dez. 2020. DOI: 10.1016/j.promfg.2020.05.115. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.05.115>. Acesso em: 20 abr. 2024.

GENDRONNEAU, G. From in vitro modelling to in vivo characterization of solar lentigines for cosmetics evaluation. *In: 1st International Societies for Investigative Dermatology Meeting, 1., Tokyo. Anais [...]. ESDR – European Society for Dermatological Research, 2023. Trabalho ISID1281. Disponível em: <https://doi.org/10.26226/m.64199a0a70c3630019098f64>. Acesso em: 20 abr. 2023.*

GRAND VIEW RESEARCH. **3D Bioprinting market size, share & trends analysis report by technology (magnetic levitation, inkjet-based), by application (medical, dental, biosensors, bioinks), by Region, and segment forecasts, 2023-2030.** [2022]. Disponível em: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/3d-bioprinting-market>. Acesso em: 20 abr. 2024.

HUNTZINGER, C. **TissueLabs in Brazil: “What Could Have Been a Trauma Turned Out to Be a Passion”.** [2022]. Disponível em: <https://medium.com/innovate4health/tissue-labs-in-brazil-what-could-have-been-a-trauma-turned-out-to-be-a-passion-e86b77b35b21>. Acesso em: 31 maio 2022.

IMARC GROUP. **3D bioprinting market report by component (3D bioprinters, scaffolds, biomaterials), application (research, clinical), end user (hospitals, research organization and academic institutes, biopharmaceuticals companies), and region 2024-2032. Report ID: SR112024A4556.** [2024]. Disponível em: <https://www.imarcgroup.com/3d-bioprinting-market>. Acesso em: 20 abr. 2024.

INSITU. **Quem somos.** [2022]. Disponível em: <https://www.insitu.com.br/#quem-somos>. Acesso em: 20 abr. 2024.

IVASCU, A.; KUBBIES, M. Rapid generation of single-tumor spheroids for high-throughput cell function and toxicity analysis. *Slas Discovery, [s.l.]*, v. 11, n. 8, p. 922-932, dez. 2006. DOI 10.1177/1087057106292763. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1177/1087057106292763>. Acesso em: 4 abr. 2024.

JOSHI, A.; SINGH, N. Generation of patterned cocultures in 2D and 3D: state of the art. *ACS Omega, [s.l.]*, v. 8, n. 38, p. 34249-34261, sep. 2023. DOI: 10.1021/acsomega.3c02713. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10536108/>. Acesso em: 20 out. 2024.

KABENE, S.; BAADEL, S. BIOETHICS: a look at animal testing in medicine and cosmetics in the UK. *Journal of Medical Ethics and History of Medicine, [s.l.]*, v. 12, n. 15, p. 1-11, nov. 2019. DOI: 10.18502/jmehm.v12i15.1875. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7166243/>. Acesso em: 20 abr. 2024.

KANDAROVA, H.; HAYDEN, P. J. Standardised reconstructed skin models in toxicology and pharmacology: State of the art and future development. *Organotypic Models in Drug Development, [s.l.]*, v. 265, p. 57-71, dez. 2020. DOI: 10.1007/164_2020_417. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33367950/>. Acesso em: 20 abr. 2024.

KANG, M. S. *et al.* Advances and innovations of 3D bioprinting skin. *Biomolecules, [s.l.]*, v. 13, n. 1, p. 55-87, dez. 2023. DOI: 10.3390/biom13010055. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/biom13010055>. Acesso em: 20 abr. 2024.

KIM, M. H. *et al.* High-throughput bioprinting of spheroids for scalable tissue fabrication. *Nature Communications, [s.l.]*, v. 15, p. 10083, 2024. DOI: 10.1038/s41467-024-54504-7. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41467-024-54504-7>. Acesso em: 20 mar. 2025.

MAZZOCCHI, A.; SOKER, S.; SKARDAL, A. 3D bioprinting for high-throughput screening: drug screening, disease modeling, and precision medicine applications. *Applied Physics Reviews (APR), [s.l.]*, v. 6, n. 1, abr. 2019. DOI: 10.1063/1.5056188. Disponível em: <https://doi.org/10.1063/1.5056188>. Acesso em: 20 abr. 2024.

MILLÁS, A. *et al.* Approaches to the development of 3d bioprinted skin models: the case of Natura Cosmetics. *Int. J. Adv. Med. Biotechnol., [s.l.]*, v. 2, n. 1, p. 3-13, mar. 2019. DOI: 10.25061/2595-3931/IJAMB/2019.v2i1.24. Disponível em: <https://doi.org/10.25061/2595-3931/IJAMB/2019.v2i1.24>. Acesso em: 20 abr. 2024.

MORDOR INTELLIGENCE. **Tamanho do mercado de bioimpressão 3D e análise de ações – Tendências e previsões de crescimento (2024-2029).** [2024]. Disponível em: <https://www.mordorintelligence.com/pt/industry-reports/3d-bioprinting-giving-new-life-drivers-barriers-and-trends-industry>. Acesso em: 25 abr. 2024.

MURPHY, S. V.; ATALA, A. 3D bioprinting of tissues and organs. *Nat. Biotechnol., [s.l.]*, v. 32, n. 8, p. 773-785, ago. 2014. DOI: 10.1038/nbt.2958. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nbt.2958>. Acesso em: 20 abr. 2024.

NG, W. L.; YEONG, W. Y. The future of skin toxicology testing – Three-dimensional bioprinting meets microfluidics. *Int. J. Bioprint., [s.l.]*, v. 5, n. 2.1, p. 237-248, set. 2019. DOI: 10.18063/ijb.v5i2.1.237. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7310273/>. Acesso em: 24 abr. 2024.

NIE, J. *et al.* Grafting of 3D bioprinting to in vitro drug screening: a review. *Adv Healthc Mater., [s.l.]*, v. 9, n. 7, mar. 2020. DOI: 10.1002/adhm.201901773. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32125787/>. Acesso em: 20 abr. 2024.

OECD – ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **New health technologies: managing access, value and sustainability.** Paris: OECD Publishing, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264266438-en>. Acesso em: 24 abr. 2024.

OLEJNIK, A. *et al.* 3D Bioprinting in skin related research: recent achievements and application perspectives. **ACS Synth Biol.**, Washington DC, v. 11, n. 1, p. 26-38, jan. 2022. DOI: 10.1021/acssynbio.1c00547. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8787816/pdf/sb1c00547.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2024.

PARADISO, A. *et al.* *In vitro* functional models for human liver diseases and drug screening: beyond animal testing. **Biomaterial Science**, [s.l.], v. 11, n. 9, p. 2.988-3.015, may, 2023. DOI: 10.1039/d1bm01872h. Disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2023/bm/d1bm01872h>. Acesso em: 20 out. 2024.

PENG, W. *et al.* 3D bioprinting for drug discovery and development in pharmaceuticals. **Acta Biomaterialia**, [s.l.], v. 57, p. 26-46, jul. 2017. DOI 10.1016/j.actbio.2017.05.025. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.actbio.2017.05.025>. Acesso em: 4 abr. 2024.

SANTONI, S. *et al.* 3D bioprinting: current status and trends – a guide to the literature and industrial practice. **Bio-Design and Manufacturing**, [s.l.], v. 5, n. 3, p. 14-42, 2022. DOI: 10.1007/s42242-021-00165-0. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s42242-021-00165-0>. Acesso em: 20 abr. 2024.

SATPATHY, A. *et al.* Developments with 3D bioprinting for novel drug discovery. **Expert Opin Drug Discov**, [s.l.], v. 13, n. 12, p. 1.115-1.129, nov. 2018. DOI: 10.1080/17460441.2018.154242. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/17460441.2018.1542427>. Acesso em: 20 abr. 2024.

STARTUS-INSIGHTS. **Discover the top 10 bioprinting trends in healthcare**. 2023. Disponível em: <https://www.startus-insights.com/innovators-guide/bioprinting-trends/>. Acesso em: 24 abr. 2024.

SUN, W. *et al.* The bioprinting roadmap. **Biofabrication**, [s.l.], v. 12, n. 2, p. 12 022002, fev. 2020. DOI: 10.1088/1758-5090/ab5158. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1758-5090/ab5158>. Acesso em: 24 abr. 2024.

TISSUELABS. **AboutTissueLabs**: tissuelabs is building the platform for creating organs and tissues in the lab. [2022]. Disponível em: <https://www.tissuelabs.com/tissuelabs>. Acesso em: 20 abr. 2024.

XIE, Z. *et al.* 3D Bioprinting in tissue engineering for medical applications: the classic and the hybrid. **Polymers**, [s.l.], v. 12, n. 8, p. 1717, jul. 2020. DOI: 10.3390/polym12081717. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/polym12081717>. Acesso em: 24 abr. 2024.

ZION MARKET RESEARCH. **Pigmentation disorder treatment market size, share, growth report 2030**. [2022]. Disponível em: <https://www.zionmarketresearch.com/report/hypopigmentation-disorder-treatment-market>. Acesso em: 24 abr. 2024.

Sobre os Autores

Carla dos Santos Riccardi

E-mail: carla.riccardi@unesp.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2192-5312>

Doutora em Biotecnologia pela Universidade Estadual Paulista, Instituto de Química, Araraquara, em 2005.

Endereço profissional: Av. Universitária, n. 3.780, Altos do Paraíso, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, SP. CEP: 18610-034.

Giovana Lanza Okada

E-mail: giovana.okada@unesp.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6658-4761>

Graduada em Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia pela Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp, em 2022.

Endereço profissional: Av. Universitária, n. 3.780, Altos do Paraíso, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, SP. CEP: 18610-034.

Jheizon Feitoza do Nascimento Souza

E-mail: jheizon.nascimento@unesp.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0657-5545>

Mestre em Produção Vegetal pela Universidade Federal Rural de Pernambuco em 2023.

Endereço profissional: Av. Universitária, n. 3.780, Altos do Paraíso, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, SP. CEP: 18610-034.

Uso de Marcadores Moleculares na Proteção de Cultivares de Pimenta Ornamental

Use of Molecular Markers in the Protection of Ornamental Pepper Cultivars

Wellington Silva Gomes¹, Samy Pimenta², Allynson Takehiro Fujita³, Eduardo Meireles³

¹Universidade do Estado de Minas Gerais, Ituiutaba, MG, Brasil

²Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG, Brasil

³Universidade do Estado de Minas Gerais, Frutal, MG, Brasil

Resumo

A pimenta ornamental, valorizada por sua estética e potencial econômico, enfrenta desafios de proteção devido à sua alta diversidade genética e facilidade de reprodução, o que torna a distinção e a proteção de novas cultivares mais complexas. Descritores tradicionais, como características morfológicas, muitas vezes, não são suficientes para diferenciar cultivares com precisão. Este estudo buscou explorar o uso de marcadores moleculares, como SSR e SNP, como descritores complementares na proteção de cultivares de pimenta ornamental. A metodologia incluiu uma revisão de literatura e a análise de processos de proteção de cultivares, tanto no Brasil quanto no exterior, com pesquisas em bases como PubMed, Portal Capes e Web of Science. A análise revelou que os marcadores moleculares são altamente eficazes na distinção de genótipos, proporcionando uma solução mais precisa em comparação aos métodos tradicionais de descritores morfológicos. Além disso, essa tecnologia contribui significativamente para proteger os direitos de propriedade intelectual dos criadores de cultivares, trazendo mais segurança ao setor agrícola e impulsionando a inovação e o desenvolvimento de novas variedades.

Palavras-chave: Propriedade Intelectual; Ornamentais; Análise Molecular.

Área Tecnológica: Proteção de Cultivares (proteção *Sui Generis*).

Abstract

Ornamental peppers, valued for their aesthetics and economic potential, face protection challenges due to their high genetic diversity and ease of reproduction, which complicates the distinction and protection of new cultivars. Traditional descriptors, such as morphological characteristics, are often insufficient to accurately differentiate cultivars. This study aimed to explore the use of molecular markers, such as SSR and SNP, as complementary descriptors in the protection of ornamental pepper cultivars. The methodology included a literature review and analysis of cultivar protection processes, both in Brazil and abroad, with research conducted in databases such as PubMed, Portal Capes, and Web of Science. The analysis demonstrated that molecular markers are effective in distinguishing genotypes, offering a more precise alternative to traditional morphological descriptors, and assisting in the protection of intellectual property rights of the cultivar owner, promoting greater security and innovation in the agricultural sector.

Keywords: Intellectual Property; Ornamental; Molecular Analysis.



1 Introdução

As mudanças climáticas contínuas impactam negativamente os sistemas de produção agrícola convencionais e intensivistas, resultando em menor disponibilidade de produtos e no aumento de custos (Gomez-Zavaglia; Mejuto; Simal-Gandara, 2020). Esses métodos, dependentes de práticas agrícolas pouco resilientes às flutuações climáticas (Altieri; Nicholls, 2017), aumentam a pressão sobre o setor agrícola, que precisa se adaptar e buscar soluções inovadoras para garantir a produção e atender à demanda global. Entre os principais desafios, estão a escassez de recursos hídricos, a proliferação de pragas e de doenças e a degradação da fertilidade do solo, afetando diretamente a produtividade e a qualidade dos alimentos (Badawy *et al.*, 2022).

Nesse cenário, o melhoramento de plantas se apresenta como uma estratégia crucial para aumentar a resiliência das culturas e garantir a continuidade da produção agrícola. A seleção e o desenvolvimento de variedades mais adaptáveis às condições ambientais adversas permitem não apenas melhorar a produtividade, mas também otimizar o uso de recursos e mitigar os impactos das mudanças climáticas no setor (Silva *et al.*, 2024). A criação de cultivares com características como resistência a pragas, tolerância à seca e adaptação a diferentes tipos de solo e clima (Dong; Ronald, 2019) é essencial diante da crescente demanda por alimentos e produtos agrícolas, preservando a sustentabilidade e promovendo a viabilidade econômica das práticas agrícolas.

A proteção de cultivares é o principal mecanismo pelo qual melhoristas e empresas asseguram exclusividade sobre suas criações e retorno sobre os investimentos. No Brasil, esse sistema foi formalmente instituído em 1997, com o Sistema Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC), regulado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2009a). Devido ao tempo e ao custo envolvidos no desenvolvimento de cultivares, a proteção de cultivares tornou-se essencial para estimular a inovação, garantindo que os detentores dos direitos possam explorá-los com exclusividade e promovendo o avanço do melhoramento genético (Carvalho; Bianchetti; Reifschneider, 2009).

Os direitos de propriedade intelectual sobre uma cultivar são assegurados por meio da concessão de um certificado de proteção, considerado um bem móvel para fins legais. Sem essa proteção, os obtentores podem perder o incentivo para investir em pesquisa e desenvolvimento, o que poderia resultar em estagnação no progresso genético das culturas (Aviani *et al.*, 2008).

Além de grandes *commodities*, como soja e milho, o setor de flores e plantas ornamentais no Brasil tem

consolidado uma posição de relevância no agronegócio. Nos últimos anos, o cultivo de pimentas ornamentais, especialmente do gênero *Capsicum*, tem ganhado destaque pela diversidade genética e pelos usos variados, que vão desde a alimentação até a produção de cosméticos e *sprays* de defesa pessoal (Hernández-Pérez, 2020). A diversidade de formas e cores dos frutos, aliada às variações na folhagem e no hábito de crescimento, faz das pimentas ornamentais uma escolha atraente tanto para colecionadores quanto para paisagistas, impulsionando seu mercado no Brasil (Neitzke *et al.*, 2016; Custódio *et al.*, 2023).

Entretanto, a falta de proteção adequada das cultivares pode resultar na perda de investimentos em pesquisa e desenvolvimento. Entre os principais desafios na proteção de cultivares de pimenta ornamental, estão a alta diversidade genética, que dificulta a definição de critérios claros para a distinção de novas variedades; e a facilidade de reprodução por sementes, o que aumenta o risco de violações dos direitos de propriedade intelectual (Bruch; Vieira; Dewes, 2015).

A distinguibilidade, a homogeneidade e a estabilidade são condições essenciais para o pedido de proteção de uma cultivar (Carmo *et al.*, 2019). Esses testes geralmente são baseados em descritores morfológicos, bioquímicos ou fisiológicos, sendo os morfológicos os mais comuns. No entanto, com o aumento do número de pedidos de proteção, torna-se cada vez mais difícil diferenciar cultivares apenas com base em características morfológicas, principalmente para espécies autógamas, como no caso das pimentas (Bruch, 2013).

Quando os descritores morfológicos não são suficientes para caracterizar uma cultivar, o uso de técnicas alternativas, como marcadores moleculares, pode ser necessário (Borém; Miranda; Fritsche-Neto, 2021). Embora os marcadores moleculares ainda não sejam reconhecidos como descritores oficiais no Brasil, eles têm sido amplamente discutidos e já são utilizados em alguns países como ferramentas complementares no processo de proteção de cultivares (Brammer, 2000; Castro *et al.*, 2008; Pereira *et al.*, 2015).

A técnica de *fingerprinting* molecular, ou “impressão digital” do material genético, permite identificar genótipos de maneira precisa, sendo especialmente útil em espécies com base genética estreita, como soja. No Brasil, o SNPC já recebe amostras de DNA de espécies propagadas vegetativamente, como videira e cana-de-açúcar, embora ainda não haja dados sobre pedidos de proteção com caracterização molecular para a cultura da pimenta.

Este estudo pretende analisar o uso de marcadores moleculares como ferramenta de apoio nos processos de proteção de cultivares, com ênfase na pimenta ornamental. A pesquisa explora tanto as bases teóricas quanto as práticas dessa tecnologia, destacando seus benefícios e desafios. O potencial dos marcadores moleculares para aumentar

a precisão e a confiabilidade na distinção de cultivares protegidas é discutido, além das perspectivas futuras, que incluem o desenvolvimento de novas tendências para a proteção de cultivares.

2 Metodologia

A metodologia deste trabalho envolveu uma abordagem baseada na revisão bibliográfica e em pedidos de proteção de cultivares que descrevem aplicações e resultados obtidos pelo uso de marcadores moleculares em diversas espécies, com foco principalmente em pimentas ornamentais, buscando inferir sobre a utilização dessa tecnologia no processo de proteção de melhoramento e proteção de cultivares.

Para o levantamento bibliográfico, foi realizada uma pesquisa abrangente em bases de dados acadêmicos, como PubMed, Google Scholar, Portal Capes e Web of Science, utilizando os seguintes termos de busca: “marcadores moleculares”, “proteção de cultivares”, “pimentas”, “pimentas ornamentais”, “*Capsicum*” e “melhoramento genético”. Com isso, foi realizada uma seleção de artigos científicos, revisões, livros e documentos técnicos que abordaram o uso de marcadores moleculares na proteção de cultivares de plantas, com foco especial na pimenta ornamental, quando disponível.

O método de análise adotado para selecionar estudos sobre marcadores moleculares na proteção de cultivares baseou-se em uma revisão de literatura com critérios de inclusão e de exclusão. Os estudos priorizados focavam diretamente na aplicação de marcadores como SSR e SNP, especialmente no contexto de proteção de propriedade intelectual e caracterização genética. Foram escolhidos artigos de periódicos acadêmicos revisados por pares e estudos mais recentes, publicados nos últimos 10 anos, com exceção de revisões importantes que ainda impactam o campo. Também foram selecionados documentos de instituições reconhecidas, como a Embrapa e o Ministério da Agricultura. Em contrapartida, foram excluídos estudos que não focam diretamente na proteção de cultivares, trabalhos redundantes ou sem metodologia robusta e publicações muito antigas, a menos que fossem referências essenciais. Essa seleção rigorosa garante que os estudos escolhidos sejam os mais relevantes e atualizados para sustentar a discussão sobre o uso de marcadores moleculares na proteção de cultivares, com foco em pimentas ornamentais.

Após a seleção, os textos foram submetidos a uma avaliação crítica, focando nos estudos com base na relevância dos dados apresentados para a identificação de padrões, tendências e lacunas na literatura sobre o uso de marcadores moleculares na proteção de cultivares,

especialmente no caso da pimenta ornamental. A análise crítica não apenas sintetizou as informações, mas também identificou o impacto prático desses estudos para a agricultura e a biotecnologia. Além disso, os resultados foram integrados para fornecer uma visão do papel dos marcadores moleculares na proteção de cultivares, destacando tanto seu potencial quanto suas limitações, conforme observado por Ferrão *et al.* (2021) e Lopes *et al.* (2015). Essa integração permitiu um entendimento mais profundo sobre como essas tecnologias podem ser aplicadas na proteção legal e no aprimoramento genético de plantas.

Neste artigo, foi realizada, também, uma análise cartográfica que relaciona um mapa de palavras-chave com base em sua ocorrência. Nessa análise, a ocorrência de palavras-chave em artigos é examinada para avaliar sua relação com as produções e expor palavras-chave em áreas de conteúdo agrupadas (Baur *et al.*, 2014). A seleção das palavras de pesquisa foi processada com a intenção de garantir que fosse verificada toda a literatura proposta pelo artigo, para tal foi realizada uma análise cartográfica com o *software* VOSviewer®, para considerar as referências bibliográficas como entrada e o recebimento de palavras-chave como saída. Coletou-se as palavras que mais aparecem para verificar se há coerência entre a pesquisa realizada e a amostra de artigos recuperados.

3 Resultados e Discussão

A pesquisa para compor a amostra, após o uso das palavras-chave e a conferência da aderência ao tema, resultou em 37 arquivos, distribuídos entre artigos científicos, teses de doutorado e capítulos de livros e/ou coletâneas acadêmicas. Essa relação quantitativa está expressa na Tabela 1.

Tabela 1 – Relação quantitativa da amostra da revisão bibliográfica

NATUREZA	ARTIGOS CIENTÍFICOS	TESES	CAPÍTULOS DE LIVROS/ COLETÂNEAS
Quantidade	22	3	12

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

Os resultados da análise cartográfica estão evidenciados na Figura 1. Os resultados mostram que as palavras-chave ‘cultivar’, ‘ornamental pepper’, ‘genetic diversity’, ‘genotype’ e ‘molecular marker’ representam os *clusters* com maior agregação e aderência nos documentos pesquisados. Logo, há evidências para se justificar que a revisão bibliográfica obteve uma orientação específica com base na literatura revisada.

De acordo com os trabalhos analisados, as tecnologias de detecção de marcadores moleculares estão em constante desenvolvimento nos últimos anos e têm se mostrado como ferramentas promissoras em diversas fases do melhoramento genético de plantas, além de apresentarem grande potencial, como o suporte no processo de proteção de cultivares. Estudos indicam o uso desses marcadores em culturas como arroz (Islam *et al.*, 2011; El-Refae *et al.*, 2021), trigo (Pour-Aboughadareh *et al.*, 2022) e cevada (Hasan *et al.*, 2021), confirmando que a combinação de marcadores moleculares com descritores morfológicos pode ser extremamente vantajosa na distinção de genótipos.

Para espécies autógamas, como a soja, que apresentam baixa diversidade genética, a análise de descritores morfológicos torna-se menos informativa e mais demorada. Fatores ambientais podem influenciar a expressão de muitas características quantitativas, exigindo diversas repetições nas análises. Nesse contexto, o uso de marcadores moleculares facilita a identificação e a análise genética, pois não são afetados pelo ambiente. A aplicação de DNA *fingerprinting* em uma variedade vegetal, além de relevante para a proteção de direitos de propriedade intelectual, auxilia na administração dos recursos de germoplasma (Zhao *et al.*, 2019).

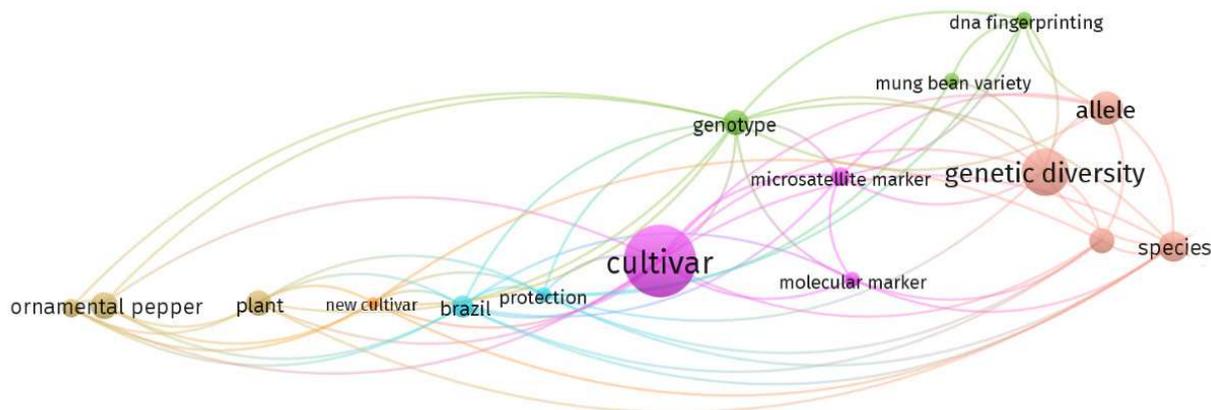
Entre os marcadores moleculares mais amplamente utilizados e com alta capacidade de repetibilidade e de reprodutibilidade, estão os Simple Sequence Repeat (SSR) (Borém; Caixeta, 2016), Single-Nucleotide Polymorphisms (SNP) (Weiner; Hudson, 2002) e Sequence-Characterized Amplified Regions (SCAR) (Paran; Michelmore, 1993). O SSR, por exemplo, é popular no processo de proteção de cultivares devido à sua expressão codominante,

simplicidade na avaliação e mapeamento de diferentes regiões cromossômicas, além de sua alta reprodutibilidade e polimorfismo.

Conforme aponta a União Internacional para a Proteção de Novas Variedades de Plantas (UPOV, 2021), os marcadores moleculares têm uma variedade de usos, como a identificação de características genéticas que estão diretamente ligadas a características físicas específicas e podem ser úteis na análise de características tradicionais que não podem ser facilmente observadas no ambiente natural, por exemplo, resistência a doenças. Uma outra aplicação é a combinação de diferenças físicas e de distâncias genéticas para identificar dentro do grupo de referência aquelas variedades que devem ser comparadas com as candidatas, a fim de melhorar a escolha de variedades claramente distintas, com base nos princípios de que as distâncias genéticas estão relacionadas às diferenças físicas de forma confiável, de modo que o método seleciona variedades do grupo que são mais semelhantes às variedades candidatas e não aumenta o risco de deixar de selecionar uma variedade do grupo que deve ser comparada com as variedades candidatas no ambiente natural (UPOV, 2021).

No âmbito da Propriedade Intelectual, a aplicação dos marcadores genéticos tem sido utilizada na identificação de variedades quando é necessário reforçar os direitos de propriedade intelectual, como no uso indevido sem pagamento de *royalties* e em atividades de fiscalização. Além disso, os marcadores ajudam a determinar a semelhança genética entre as variedades para uso em disputas sobre variedades essencialmente derivadas (Sousa *et al.*, 2013).

Figura 1 – Análise cartográfica da revisão bibliográfica feita pelo *software* VOSviewer®



Fonte: Wellington (2024)

O documento desenvolvido pela UPOV (2018), conhecido como TGP/15, prevê o uso de marcadores moleculares, e a Instrução Normativa n. 58/2009 estabeleceu os procedimentos para envio e recebimento de DNA genômico de cultivar protegida ou potencialmente protegida (MAPA, 2009b).

No Brasil, desde 2009, o SNPC vem recebendo amostras de DNA com perfis genéticos gerados por marcadores que são anexados aos pedidos de proteção para fins de caracterização de cultivares, embora os marcadores moleculares não sejam considerados descritores para a proteção de cultivares. Com marcadores moleculares, é possível distinguir cultivares com maior precisão, evitando conflitos de propriedade intelectual e garantindo que os direitos dos produtores sejam protegidos de forma adequada (Aviani; Santos, 2011).

No último relatório disponível do SNPC com dados moleculares (MAPA, 2015), há 10 espécies diferentes com caracterização molecular depositadas junto ao pedido de proteção (Figura 1), entretanto, não existem dados moleculares para pimentas ornamentais, demonstrando que existe uma lacuna para a cultura. Das 2.591 cultivares protegidas no Brasil, 16 pertencem ao gênero *Capsicum*, com quatro pimentões e 12 pimentas (Signorini *et al.*, 2013). Assim, há grande potencial de seu uso para identificar

características genéticas específicas associadas a cultivares de pimenta ornamental, haja vista que se trata de uma cultura com uma ampla variedade de cultivares e que as diferenças morfológicas entre variedades podem ser sutis.

Estudos apontam o uso de marcadores moleculares como complemento nos pedidos de proteção de cultivares. Por exemplo, Moreira (2012) realizou testes de distinção e de homogeneidade de linhagens recombinadas, utilizando características quantitativas e marcadores moleculares (ISSR), obtendo o certificado de proteção. Castro *et al.* (2008) avaliaram o uso de marcadores SSR em batatas, separando com êxito 18 cultivares, demonstrando o potencial da tecnologia para distinguir variedades. No caso das pimentas, estudos genéticos com seleção assistida por marcadores moleculares têm sido aplicados para diferenciação genotípica, embora ainda não existam pedidos de proteção de cultivares no Brasil com essa abordagem (Ortega *et al.*, 2020; Pinar *et al.*, 2023; Başak *et al.*, 2022).

Em pimentas não foram encontrados trabalhos científicos ou pedidos de proteção de cultivares junto ao SNPC, por meio da caracterização molecular, entretanto, alguns trabalhos apresentam estudos genéticos por meio da seleção assistida por marcadores moleculares para fins de diferenciação genotípica em pimenteiras (Kwon *et al.*, 2005; Moreira, 2012; Pacheco-Olvera *et al.*, 2012).

Tabela 2 – Número de cultivares, por cultura, com marcadores moleculares do tipo SSR com depósito no SNPC

CULTURA	MARCADORES MOLECULARES SSR
Algodão	15
Arroz	16
Cana-de-açúcar	20
Eucalipto	25
Feijão caupi	20
Maçã	15
Morango	20
Soja	15
Trigo	15
Videira	15
Total de marcadores	161

Fonte: SNPC (2015)

Pereira *et al.* (2015) validaram e avaliaram a eficácia dos marcadores moleculares *pun1¹*, *pun1³* e o SNP identificado pelo método *tetra-primer ARMS-PCR (Amplification-refractory mutation system, Polymerase Chain Reaction)* para a pungência em acessos de *Capsicum spp.*, com o objetivo de identificar essa característica genética sem a necessidade de análise morfológica (análise sensorial). Os resultados evidenciam a eficácia desses marcadores na caracterização molecular dos acessos analisados em relação ao atributo de pungência, demonstrando que os marcadores moleculares podem ser utilizados como descritor varietal, item obrigatório durante o processo de proteção da cultivar. Esse requisito é importante para garantir que as variedades comercializadas correspondam às características descritas pelos criadores e que não haja falsificação ou adulteração no mercado. A validação genética por meio de marcadores moleculares pode ser uma ferramenta eficaz para verificar a autenticidade das variedades, contribuindo para a integridade e a confiabilidade do mercado de pimenta ornamental.

A utilização de marcadores moleculares permite também a rastreabilidade das cultivares de pimenta ornamental ao longo da cadeia de produção e de distribuição. Isso é fundamental para garantir o controle de qualidade e a conformidade com os padrões regulatórios. Além disso, a rastreabilidade pode ajudar na resolução de questões relacionadas à autenticidade e à segurança alimentar, oferecendo maior transparência e confiança aos consumidores (Aviani *et al.*, 2008). Segundo Bosetto (2021), os marcadores microssatélites podem ser empregados na rastreabilidade de cultivares desenvolvidas a partir de hibridações controladas, gerando informações importantes para subsidiar a arrecadação de *royalties* ao mantenedor do cultivar.

Diante do exposto, fica evidente que a caracterização molecular de uma cultivar desempenha um papel importante no processo de proteção legal dos genótipos desenvolvidos por melhoristas, fornecendo uma descrição detalhada desses materiais. O emprego de técnicas moleculares para a proteção de cultivares tem sido objeto de discussão pelo Grupo de Trabalho em Técnicas Bioquímicas e Moleculares e Perfis Moleculares (BMT) da UPOV. O principal objetivo desse grupo é elaborar e endossar documentos com diretrizes para o desenvolvimento de metodologias padronizadas, com o propósito de promover uma troca mais eficaz de informações derivadas do uso de marcadores moleculares entre os países membros da UPOV. O grupo de trabalho considera dois critérios essenciais na seleção de métodos e marcadores moleculares, reprodutibilidade e repetibilidade dos resultados, para uso em atividades de apoio à proteção de cultivares, facilitando, assim, a identificação de casos de uso indevido e na condução de atividades de fiscalização (Santos *et al.*, 2012; Lovato, 2023).

Para garantir o uso de marcadores moleculares para fins de proteção, a síntese dos *primers* ou iniciadores utilizados em todas as reações de PCR devem vir de um único fornecedor confiável, para garantir a reprodutibilidade e a repetibilidade dos resultados. Isso é essencial para minimizar a possibilidade de divergência nos perfis de DNA, o que pode ocorrer quando diferentes fontes são usadas para a síntese dos iniciadores. Nesse sentido, esse grupo discute que, quando os marcadores moleculares forem empregados para a identificação e a proteção de cultivares, é fundamental seguir um protocolo de validação em rede para garantir a reprodutibilidade dos resultados. Assim, torna-se essencial selecionar um conjunto de cultivares que possuam alelos de referência para serem incluídos em todas as análises, permitindo que os marcadores microssatélites sejam avaliados em diferentes laboratórios e com equipamentos distintos (Aviani; Santos, 2011).

De acordo com esses critérios, o SNPC criou uma rede de ensaios em 2009/2010 em conjunto com outras organizações do setor de melhoramento genético de soja com o objetivo de harmonizar procedimentos e metodologias e definir *primers* para a criação de um banco de dados moleculares das cultivares protegidas de soja (SNPC, 2015).

A proteção de cultivares de pimenta ornamental enfrenta dificuldades específicas devido à sua diversidade genética e à facilidade de reprodução. As variedades de *Capsicum* apresentam uma ampla gama de características morfológicas, o que dificulta a distinção precisa entre cultivares. Além disso, a facilidade de reprodução por sementes aumenta o risco de reprodução não autorizada e complica a manutenção da identidade genética de uma variedade. Isso, aliado à dificuldade de provar a origem genética sem análise molecular, representa uma barreira significativa na aplicação dos direitos de propriedade intelectual. No Brasil, o sistema de proteção de cultivares por meio do SNPC exige testes de distinção, de uniformidade e de estabilidade, mas essas exigências podem ser complexas, especialmente para espécies ornamentais, que têm um histórico regulatório menos desenvolvido em comparação a culturas agrícolas de grande relevância, como soja ou milho (Santos *et al.*, 2012).

Assim, a eficiência das avaliações fenotípicas para a proteção dessas cultivares pode ser significativamente aprimorada com a integração de testes baseados em DNA. Os marcadores moleculares, nesse contexto, têm demonstrado um potencial considerável, especialmente no caso da proteção de cultivares de pimenta ornamental e outras espécies vegetais. Eles oferecem uma abordagem precisa, eficiente e inovadora para a identificação, a validação e a rastreabilidade das variedades, o que garante uma proteção mais robusta dos direitos dos produtores e maior confiabilidade no mercado (Borém; Caixeta, 2016).

Dessa forma, os consumidores também se beneficiam, tendo acesso a variedades autênticas e de alta qualidade, o que fortalece a integridade do setor.

Além disso, a implementação de marcadores moleculares específicos que caracterizem cultivares de pimenta ornamental seria de grande valor para o Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC). O órgão examinador poderia utilizar esses marcadores de DNA em testes de distinguibilidade, o que facilitaria a comprovação da propriedade da cultivar e o gerenciamento das coleções de referência. Essa aplicação não apenas agilizaria os processos de verificação de autenticidade das variedades, mas também traria maior segurança para o sistema de proteção de cultivares no Brasil (Aviani; Santos, 2011).

O uso de marcadores moleculares, portanto, representa uma alternativa mais rápida e eficiente em comparação com os métodos tradicionais de caracterização, como as análises morfológicas. Isso é particularmente relevante em culturas como a pimenta ornamental, cujas características fenotípicas podem ser significativamente influenciadas por fatores ambientais e genéticos. A identificação manual de cultivares torna-se, assim, um desafio e, muitas vezes, pode estar sujeita a erros. A aplicação de marcadores moleculares é especialmente interessante em características como a pungência, permitindo caracterização e padronização mais precisas entre cultivares pungentes e não pungentes (Ferrão *et al.*, 2021).

Contudo, no Brasil, o uso de marcadores moleculares ainda não é aceito formalmente pelo Ministério da Agricultura como descritores principais para proteção de cultivares. A razão para isso está ligada à dificuldade de padronizar esses métodos em escala nacional, além da complexidade técnica e do custo envolvidos na implementação de tais ferramentas. A adoção formal desses marcadores como parte do processo de proteção exigiria uma revisão regulatória e o desenvolvimento de padrões claros para garantir a reprodutibilidade e a validade dos resultados em diferentes laboratórios.

Assim, apesar da legislação brasileira sobre a proteção de cultivares, estabelecida pela Lei de Proteção de Cultivares (Lei n. 9.456/1997) oferecer uma base sólida para a proteção dos direitos de propriedade intelectual dos obtentores, ela ainda se apoia fortemente em descritores morfológicos tradicionais, o que pode ser inadequado para culturas com grande diversidade genética e com pequenas variações visuais, como a pimenta ornamental. A incorporação formal de marcadores moleculares no processo de proteção seria uma evolução necessária para acompanhar as tendências modernas de biotecnologia (Brasil, 1997).

Outro ponto crítico na legislação é o processo burocrático para proteção de cultivares, que pode ser demorado e custoso, especialmente para pequenos e médios desenvolvedores. O Ministério da Agricultura deveria

considerar uma simplificação do processo de proteção, possivelmente incorporando novas tecnologias, como a análise genética, para tornar o processo mais acessível e eficaz.

4 Considerações Finais

O uso de marcadores moleculares na proteção de cultivares de pimenta ornamental se mostra uma ferramenta promissora e inovadora para garantir a segurança jurídica e a autenticidade das variedades protegidas. A capacidade dos marcadores de identificar e de rastrear características genéticas específicas oferece uma abordagem mais precisa e eficiente comparada aos métodos tradicionais, como os descritores morfológicos.

Esse avanço tecnológico não apenas facilita a proteção de cultivares, mas também estimula a inovação no melhoramento genético, promovendo a criação de variedades mais produtivas, resistentes a doenças e com atributos estéticos superiores. A integração de dados genômicos e as técnicas de sequenciamento de última geração ampliam ainda mais o potencial dos marcadores moleculares, favorecendo a consolidação dessa tecnologia como uma prática padrão no setor agrícola. No entanto, é essencial que as regulamentações acompanhem esses avanços, estabelecendo diretrizes claras para o uso de marcadores na proteção legal de cultivares. Em suma, a aplicação de marcadores moleculares representa uma evolução significativa para o setor agrícola, com benefícios tanto para melhoristas quanto para consumidores, ao garantir a integridade e a confiabilidade do mercado de pimenta ornamental.

A proteção de cultivares em pimenta ornamental é fundamental para estimular a inovação e garantir o desenvolvimento contínuo dessa cultura. Embora existam desafios significativos, como a heterogeneidade genética e a facilidade de reprodução na espécie, estratégias como o uso de marcadores moleculares nos pedidos de proteção de cultivares oferece soluções promissoras, pois ainda não há dados sobre descritores moleculares para a espécie. Assim, a caracterização genética, por meio do desenvolvimento de marcadores moleculares se torna importante para pedidos de proteção de novas cultivares, haja vista que se trata de uma ferramenta eficiente e inovadora para pimenta ornamental.

Ademais, é essencial que os governos, as instituições de pesquisa e a indústria trabalhem em conjunto para desenvolver, solicitar e implementar políticas eficazes de proteção de cultivares, garantindo, assim, um futuro sustentável para a produção de pimenta ornamental para ampliar os programas de melhoramento, a proteção e o retorno financeiro aos detentores das novas cultivares, bem como impulsionar a inovação e o desenvolvimento agrícola.

5 Perspectivas Futuras

Espera-se que os avanços nas tecnologias de sequenciamento de DNA e na análise bioinformática resultem em melhorias significativas na eficiência e na precisão dos marcadores moleculares utilizados na proteção de cultivares de pimenta. Novas técnicas e plataformas de sequenciamento de próxima geração poderão possibilitar a identificação de marcadores moleculares de alta resolução, oferecendo uma compreensão mais detalhada da diversidade genética das cultivares.

A integração de dados genômicos aos estudos de marcadores moleculares tem o potencial de abrir novas possibilidades na identificação de genes e *loci* associados a características agronômicas desejáveis em cultivares de pimenta. Essa abordagem pode acelerar o desenvolvimento de variedades melhoradas por meio da seleção assistida por marcadores, tornando o processo de melhoramento genético mais eficiente (Guizado *et al.*, 2020). Nesse contexto, os marcadores moleculares podem assumir um papel central nos programas de melhoramento de pimenta, auxiliando os pesquisadores na seleção de plantas com características agronômicas superiores, como resistência a doenças, maior produtividade e qualidade aprimorada dos frutos.

Com o desenvolvimento de descritores baseados em marcadores de DNA, a caracterização molecular tende a se tornar um pré-requisito para a autenticação de uma “identidade” única das cultivares. Isso fortaleceria o sistema de proteção de cultivares, garantindo a originalidade e a autenticidade das novas variedades desenvolvidas. Além disso, o uso de marcadores moleculares na proteção de cultivares de pimenta ornamental pode estimular inovações no desenvolvimento de novas variedades. Ao fornecer uma ferramenta precisa para a caracterização genética, os marcadores facilitam a seleção de cultivares com qualidades superiores, como maior resistência a doenças, produtividade elevada ou características estéticas específicas.

No que se refere à proteção legal e regulatória, o uso de marcadores moleculares para a proteção de cultivares de pimenta pode, no futuro, tornar-se uma prática padrão na indústria agrícola. A regulamentação específica, com a adoção de marcadores moleculares como descritores oficiais, pode garantir a autenticidade e a originalidade das variedades protegidas. Isso incluiria a implementação de sistemas de rastreabilidade e de verificação genética para assegurar o cumprimento das normas de proteção de cultivares.

A continuidade do uso de marcadores moleculares na proteção de cultivares de pimenta também pode contribuir para uma compreensão mais profunda da diversidade genética e da estrutura populacional dessa espécie. Esses avanços podem oferecer novos *insights* sobre a evolução, a

adaptação e a domesticação da pimenta, além de fornecer informações valiosas para a conservação e o uso sustentável dos recursos genéticos (Aviani; Santos, 2011).

Em síntese, as perspectivas futuras para o uso de marcadores moleculares na proteção de cultivares de pimenta são amplas e promissoras. Elas oferecem oportunidades significativas para avanços na pesquisa, no desenvolvimento e na comercialização de variedades geneticamente aprimoradas e autênticas, garantindo inovação contínua no setor agrícola.

Referências

ALTIERI, Miguel A.; NICHOLLS, Clara I. The adaptation and mitigation potential of traditional agriculture in a changing climate. **Climatic Change**, [s.l.], v. 140, p. 33-45, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10584-013-0909-y>.

AVIANI, Daniela de Moraes *et al.* Abordagem sobre Proteção e Registro de Cultivares. In: FALEIRO, Fábio Gelape; FARIAS NETO, Austeclínio Lopes; RIBEIRO JUNIOR, Walter Quadros (ed.). **Pré-melhoramento, melhoramento e pós-melhoramento: estratégias e desafios**. Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, 2008. p. 167-183.

AVIANI, Danilo Marcelo; SANTOS, André Luiz dos. Considerações sobre o uso de marcadores moleculares na proteção legal de cultivares. **Revista de Biotecnologia Aplicada**, [s.l.], v. 12, n. 3, p. 45-52, 2011.

AVIANI, Daniela de Moraes; SANTOS, Fabrício Santana. Uso de marcadores moleculares em proteção de cultivares. In: SANTOS, Fabrício Santana; TEIXEIRA, Filipe Geraldo de Moraes (org.). **Proteção de cultivares no Brasil**. Viçosa: UFV, 2023. p. 155-158.

BADAWY, Adham *et al.* Water Profitability Analysis to Improve Food Security and Climate Resilience: A Case Study in the Egyptian Nile Delta. **Climate**, [s.l.], v. 10, n. 2, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/cli10020017>.

BAŞAK, H. *et al.* Genetic characterization of pepper (*Capsicum annuum L.*) genotypes from central Anatolia with SSR and SCAR markers. **Genetika**, [s.l.], v. 54, ed. 3, p. 1.171-1.182, 2022. DOI: <https://doi.org/10.2298/genr2203171b>.

BAUR, Nina *et al.* Theory and methods in spatial analysis. Towards integrating qualitative, quantitative and cartographic approaches in the social sciences and humanities. **Historical Social Research**, [s.l.], p. 7-50, 2014.

BORÉM, Aluizio; CAIXETA, Eveline Teixeira. **Marcadores moleculares**. Viçosa: DFT/UFV, 2016. 385p.

BORÉM, Aluízio; MIRANDA, Glauco Vieira;
FRITSCHÉ-NETO, Roberto. **Melhoramento de plantas**.
8. ed. Viçosa: Editora da UFV, 2021. 543p.

BOSETTO, Luane. **Caracterização e diferenciação entre
cultivares de macieira desenvolvidas em Santa Catarina**.
2021. 53f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) –
Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2021.

BRASIL. Lei n. 9.456, de 25 de abril de 1997. Institui a
Lei de Proteção de Cultivares e dá outras providências.
Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 abr. 1997.
Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19456.htm. Acesso em: 24 fev. 2025.

BRAMMER, Sandra Patussi. **Marcadores moleculares:
princípios básicos e uso em programas de melhoramento
genético vegetal**. Passo Fundo, RS: Embrapa, 2000.
(Documentos Online, 3). Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_do03.htm. Acesso em: 16 out. 2024.

BRUCH, Kelly Lissandra. **Limites do Direito de
Propriedade Industrial de Plantas**. 1. ed. Florianópolis:
Conceito, 2013. 240p.

BRUCH, Kelly Lissandra; VIEIRA, Adriana Carvalho
Pinto; DEWES, Homero. A propriedade industrial: dupla
proteção ou proteções coexistentes sobre uma mesma
planta. In: BUAINAIN, Antônio Márcio; BONACELLI,
Maria Beatriz Machado; MENDES, Cássia Isabel
Costa (ed.). **Propriedade Intelectual e Inovações na
Agricultura**. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de
Ciência e Tecnologia, Políticas Públicas, Estratégias e
Desenvolvimento, 2015. p. 285-318.

CARMO, Flávia Lima do *et al.* Cultivares – O que são,
como se apropriar, como consultar. In: SANTOS, Wagna
Piler Carvalho dos (org.). **Conceitos e aplicações de
propriedade intelectual**. Salvador: IFBA, 2019. v. II. p.
349-399.

CARVALHO, Sabrina I. C.; BIANCHETTI, Luciano
de B.; REIFSCHNEIDER, Francisco J. B. Registro e
proteção de cultivares pelo setor público: a experiência
do programa de melhoramento de *Capsicum* da Embrapa
Hortaliças. **Horticultura Brasileira**, [s.l.], v. 27, n. 2, p.
135-138, 2009.

CASTRO, Caroline Marques *et al.* Marcadores SSR em
batata: importante técnica para auxiliar no registro e
proteção de cultivares. **Embrapa Clima Temperado**, [s.l.],
Comunicado Técnico 198. dez. 2008. ISSN 1806-9193.

CUSTÓDIO, G. *et al.* Selection of ideal genotypes in
peppers with ornamental potential. **Folia Horticulturae**,
[s.l.], 2023. DOI: <https://doi.org/10.2478/fhort-2023-0033>.

DONG, Oliver Xiaou; RONALD, Pamela C. Genetic
Engineering for Disease Resistance in Plants: Recent
Progress and Future Perspectives. **Plant Physiology**,
[s.l.], v. 180, n. 1, p. 26-38, maio, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1104/pp.18.01224>.

EL-REFAEE, Yasser Zain Alabdeen *et al.* DNA
Fingerprinting and Genetic Diversity Analysis of some
Egyptian Rice Genotypes. **Journal of Agricultural
Chemistry and Biotechnology**, [s.l.], v. 12, n. 8, p. 157-
164, 2021. DOI: [10.21608/jacb.2021.196776](https://doi.org/10.21608/jacb.2021.196776).

FERRÃO, Luís Felipe V. *et al.* Genomic Selection in an
Outcrossing Autotetraploid Fruit Crop: Lessons From
Blueberry Breeding. **Frontiers in Plant Science**, [s.l.],
v. 12, 676326, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.676326>.

FERREIRA, Marcio Elias.; MORETZSOHN, Márcio de
Carvalho; BUSO, Gláucia. Fundamentos da caracterização
molecular de germoplasma vegetal. In: NASS, Luciano
Lourenço (org.) **Recursos genéticos vegetais**. Brasília, DF:
Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. p.
377-420.

GOMEZ-ZAVAGLIA, Andrea; MEJUTO, Juan C.;
SIMAL-GANDARA, Jesus. Mitigation of emerging
implications of climate change on food production
systems. **Food Research International**, [s.l.], v. 134, 2020.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109256>.

GUIZADO, Stalin Juan Vasquez *et al.* Genetic diversity
and population structure of endangered rosewood from the
Peruvian Amazon using ISSR markers. **Acta Amazonica**,
[s.l.], v. 50, n. 3, p. 204-212, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4392201902203>.

HASAN, Nazarul *et al.* Recent advancements in molecular
marker-assisted selection and applications in plant
breeding programmes. **Journal of Genetic Engineering
and Biotechnology**, [s.l.], v. 19, p. 128, 2021.

HERNÁNDEZ-PÉREZ, T. *et al.* Capsicum annuum (hot
pepper): An ancient Latin-American crop with outstanding
bioactive compounds and nutraceutical potential. **A
Review: Comprehensive Reviews in Food Science and
Food Safety**, [s.l.], v. 19, n. 6, p. 2.972-2.993, 2020. DOI:
<https://doi.org/10.1111/1541-4337.12634>.

ISLAM, Mohammad Mirazul *et al.* DNA Fingerprinting
and Diversity Analysis of BRRI Hybrid Varieties and
their Corresponding Parents. **Plant Tissue Cult e Biotech**,
[s.l.], v. 21, n. 2, p. 189-198, dez. 2011. DOI: <https://doi.org/10.3329/ptcb.v21i2.10242>.

JONES, Huw *et al.* Evaluation of the use of high-density
SNP genotyping to implement UPOV Model 2 for DUS
testing in barley. **Theoretical and Applied Genetics**, [s.l.],
v. 126, n. 4, p. 901-911, 2013. DOI: [10.1007/s00122-012-2024-2](https://doi.org/10.1007/s00122-012-2024-2)

KWON, Y. S. *et al.* Use of SSR markers to complement
tests of distinctiveness, uniformity, and stability (DUS)
of pepper (*Capsicum annuum* L.) Varieties. **Molecules and
Cells**, [s.l.], v. 19, p. 428-435, 2005.

- LOPES, Ana Daniela *et al.* Genetic diversity assessed by microsatellite markers in sweet corn cultivars. **Scientia Agricola**, [s.l.], v. 72, n. 6, p. 513-519, nov.-dez. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2014-0307>.
- LOVATO, Fernanda Antinolfi. Uso de características de resistência a doenças em testes de DHE. In: SANTOS, Fabrício Santana; TEIXEIRA, Filipe Geraldo de Moraes (org.). **Proteção de Cultivares no Brasil**. Viçosa: UFV, 2023. p. 147-154.
- MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Informações aos usuários do SNPC**. [2009a]. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/protacao-de-cultivar/informacoes-publicacoes/informacoes-aos-usu-arios-do-snpc-fevereiro-de-2020>. Acesso em: 16 out. 2024.
- MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa MAPA n. 58, de 1º de dezembro de 2009. Dispõe sobre os procedimentos para proteção de cultivares. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 9 dez. 2009. [2009b]. Disponível em: https://www.normasbrasil.com.br/norma/instrucao-normativa-58-2009_77470.html. Acesso em: 16 out. 2024.
- MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Relatório do Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC)**. Brasília, DF: MAPA, 2015.
- MOREIRA, S. O. **Caracterização morfológica e molecular de linhagens de *Capsicum annuum* L. com resistência à mancha bacteriana**. 2012. 124p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, 2012.
- NEITZKE, Raquel S. *et al.* O. Pimentas ornamentais: aceitação e preferências do público consumidor. **Horticultura Brasileira**, [s.l.], v. 34, p. 102-109, 2016.
- ORTEGA, F. *et al.* Development of a genotype-specific molecular marker associated with restoration-of-fertility (Rf) in chile pepper (*Capsicum annuum* L.). **Euphytica**, [s.l.], v. 216, artigo 43, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10681-020-2579-y>.
- PACHECO-OLVERA, Antonio *et al.* Genetic diversity and structure of pepper (*Capsicum annuum* L.) from northwestern Mexico analyzed by microsatellite markers. **Crop. Science**, [s.l.], v. 52, p. 231, 2012. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci2011.06.0319>.
- PARAN, Ilan; MICHELMORE, Richard W. Development of reliable PCR-based markers linkage to downy mildew resistance genes in lettuce. **Theoretical and Applied Genetics**, [s.l.], v. 85, n. 8, p. 985-993, 1993.
- PEREIRA, Ítalo S. *et al.* Validação de marcadores moleculares associados à pungência em pimenta. **Horticultura Brasileira**, [s.l.], v. 33, n. 2, p. 189-195, abr.-jun. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-053620150000200009>.
- PINAR, H. *et al.* Molecular characterization of some elazig pepper (*Capsicum annuum* L.) Genotypes. **Current trends in natural sciences**, [s.l.], 2023. DOI: <https://doi.org/10.47068/ctns.2023.v12i23.026>.
- POUR-ABOUGHADAREH, A. *et al.* An Analysis of Genetic Variability and Population Structure in Wheat Germplasm Using Microsatellite and Gene-Based Markers. **Plants**, [s.l.], v. 11, n. 9, p. 120511, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants11091205>.
- SANTOS, Fabrício Santana *et al.* Evolution, importance and evaluation of cultivar protection in Brazil: the work of the SNPC. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, [s.l.], v. 12, suplemento especial, p. 99-110, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1984-70332012000500011>.
- SIGNORINI, Tiago *et al.* Diversidade genética de espécies de *Capsicum* com base em dados de isozimas. **Horticultura Brasileira**, [s.l.], v. 31, n. 4, p. 534-539, 2013.
- SILVA, Carla Michelle da *et al.* Melhoramento genético de plantas para adaptabilidade às mudanças climáticas. **Revista de Gestão e Secretariado**, [s.l.], v. 15, n. 9, p. e4161, 2024. DOI: 10.7769/gesec.v15i9.4161.
- SNPC – SERVIÇO NACIONAL DE PROTEÇÃO DE CULTIVARES. **Banco de dados**. Brasília, DF: MAPA, 2015.
- SOUSA, Tiago Vieira *et al.* Caracterização molecular de cultivares de café resistentes à ferrugem. In: VIII SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, SUSTENTABILIDADE E INCLUSÃO SOCIAL, 25 a 28 de novembro de 2013, Salvador, BA, 2013. **Anais [...]**. Salvador, BA, 2013. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/975905/1/Caracterizacaomoleculardecultivares.pdf>. Acesso em: 21 out. 2024.
- UPOV – INTERNATIONAL UNION FOR THE PROTECTION OF NEW VARIETIES OF PLANTS. **TGP/15/2 Draft 1: Guidance on the Use of Biochemical and Molecular Markers in the Examination of Distinctness, Uniformity and Stability (DUS)**. 2018. Disponível em: https://www.upov.int/edocs/mdocs/upov/en/twa_47/tgp_15_2_draft_1.pdf. Acesso em: 21 out. 2024.
- UPOV – INTERNATIONAL UNION FOR THE PROTECTION OF NEW VARIETIES OF PLANTS. **Página de busca**. 2021. Disponível em: <http://www.upov.int>. Acesso em: 10 abr. 2024.

WEINER, Michael P.; HUDSON, Thomas J.
Introduction to SNPs: Discovery of markers for disease.
BioTechniques, [s.l.], v. 32, p. S4-S13, jul. 2002. DOI:
10.2144/jun0201.

ZHAO, Yanan *et al.* Molecular identification of mung bean
accessions (*Vigna radiata L.*) from Northeast China using
capillary electrophoresis with fluorescence-labeled SSR
markers. **Food and Energy Security**, [s.l.], v. 9, n. 20, p.
1-29, ago. 2019. DOI: 10.1002/fes3.182

Sobre os Autores

Wellington Silva Gomes

E-mail: Wellington.gomes@uemg.br
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0698-2079>
Doutor em Genética e Melhoramento pela Universidade
Federal de Viçosa em 2013.
Endereço profissional: Departamento de Ciências Agrárias
e Naturais, Ituiutaba, MG. CEP: 31630-900.

Samy Pimenta

E-mail: samy.pimenta@unimontes.br
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9411-9381>
Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas pela
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro
em 2015.
Endereço profissional: Departamento de Ciências Agrárias,
Unimontes, Janaúba, MG. CEP: 39440-000.

Allynson Takehiro Fujita

E-mail: allynson.fujita@uemg.br
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9848-8299>
Doutor em Química Analítica pela Universidade Estadual
Paulista em 2007.
Endereço profissional: Departamento de Ciências Exatas,
UEMG, Frutal, MG. CEP: 38202-436.

Eduardo Meireles

E-mail: eduardo.meireles@uemg.br
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6711-6572>
Doutor em Engenharia Urbana pela Universidade Federal
de São Carlos em 2016.
Endereço profissional: Departamento de Ciências Humanas
e Sociais Aplicadas, UEMG, Frutal, MG. CEP: 38202-436.

Estudo Prospectivo para Uso de Gás Natural Liquefeito (GNL) como Combustível em Transporte Aquaviário no Estado no Amazonas

Prospective Study for the Use of Liquefied Natural Gas (LNG) as Fuel in Waterway Transportation

Vera Lucia Lima Gomes¹, Rosana Zau Mafra¹

¹Universidade Federal do Amazonas, Manaus, AM, Brasil

Resumo

O gás natural tem sido usado em vários setores da atividade econômica, desde o uso residencial, em usinas termelétricas até como combustível de automóveis. Considerando que o Estado do Amazonas tem o modal fluvial como o principal meio de transporte para cargas e passageiros e ao mesmo tempo é um grande produtor nacional desse recurso, buscou-se prospectar o estado da arte de tecnologias de uso de gás natural liquefeito como combustível nas embarcações para se propor melhorias para o estado. Trata-se de uma pesquisa qualitativa cujos dados foram coletados nas bases de literatura e de patentes Scopus e Orbit Intelligence, respectivamente; usando como palavras-chave “gás natural liquefeito”, “tanque de armazenagem”, “embarcação”, “sistema de propulsão”. As tecnologias identificadas, como tanque para duplo combustível ou tanque que evita respingos de GNL, poderão ser adotadas nas embarcações do Estado do Amazonas, contribuindo para a transição energética e a sustentabilidade.

Palavras-chave: Tanques Cilíndricos de GNL; Transporte Aquaviário; Estado do Amazonas.

Áreas Tecnológicas: Divulgação da Produção. Serviços Técnicos.

Abstract

Natural gas has been used in various sectors of economic activity, from residential use, in thermoelectric plants, to as a fuel for automobiles. Considering that the state of Amazonas has the river transport as the main means of transportation for cargo and passengers and, at the same time, is a major national producer of this resource, the aim was to prospect the state of the art in technologies the uses liquefied natural gas as fuel for vessels in order to propose sustainable and economic improvements for the state. This is a quali-quanty study which data were collected from the Scopus and Orbit Intelligence databases, respectively; using the keywords “liquefied natural gas”, “storage tank”, “vessel”, “propulsion system”. The technologies identified, such as dual-fuel tanks or tanks that prevent LNG splashes, could be adopted on vessels in the state of Amazonas, contributing to the energy transition and sustainability.

Keywords: LNG Cylindrical tanks; Water Transportation; State of Amazonas.



1 Introdução

O Gás Natural Liquefeito (GNL) tem sido utilizado na indústria, no comércio, nas residências, entre outros setores, por possuir menor índice de poluição atmosférica quando comparado a outros combustíveis fósseis, como o petróleo e o carvão mineral, além de possuir também grande rendimento térmico. O setor naval também passou a adotar esse combustível recentemente devido às exigências mais severas das regulamentações ambientais para que as embarcações passem a utilizar combustíveis mais limpos (Oliveira, 2019).

Ocorre que, os regulamentos da Organização Marítima Internacional (OMI) sobre a obrigatoriedade na redução das emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE) para a descarbonização do setor marítimo até 2050 tem colocado o setor sob pressão imediata, sendo necessário atingir esses objetivos rapidamente com soluções práticas e seguras. Dessa forma, os combustíveis alternativos (bioderivados ou combustíveis que utilizam captura e armazenamento de carbono) ainda não são tão viáveis a curto prazo, comparado ao GNL que apresenta uma redução imediata nas emissões de GEE de até 23% e tem movimentado a maior parte da tonelagem marítima mundial (SEA-LNG, 2024).

Devido a essa urgência na redução das emissões de gases tóxicos para a atmosfera, o setor naval necessita de inovação nas suas tecnologias para que os combustíveis aplicados nas embarcações reduzam ao máximo as emissões de gases poluentes de forma a atender ao que preconiza a Organização Marítima Internacional (IMO) (Zhang *et al.*, 2017).

O GNL precisa ser armazenado em tanques isolados por causa da sua alta densidade volumétrica, que, quando liquefeito, aumenta em dobro seu volume inicial, exigindo-se o uso de tanques específicos para armazenamento, pois o GNL ocupará três vezes a quantidade armazenada, equivalente à capacidade energética do óleo combustível (Splash, 2018).

Para a fabricação de um navio movido a gás, o projeto desses tanques é regulamentado pela IMO via Código Internacional para a Construção e Equipamentos de Navios Transportadores de Gases Liquefeitos a Granel (código IGC) (Bogaert, 2018). Os tanques das embarcações movidas a gás, segundo a IMO, são de três tipos: A, B e C, que diferem entre si conforme o projeto. O tipo C, que é o objeto deste estudo, não pode ser utilizado para transporte de grandes volumes, pois é um tanque de maior peso e precisa ocupar espaço adequado no casco do navio.

No Estado do Amazonas, há uma grande dependência do transporte fluvial para o deslocamento entre cidades do estado e pouca infraestrutura no setor naval. Na região, o

transporte aquaviário não tem fiscalização adequada, o que acaba sendo preocupante para a garantia da geração de energia. A disponibilidade de combustível no estado é limitada e é necessário garantir o suprimento desse combustível não somente para o abastecimento de veículos de transporte como das termelétricas da região, já que pode haver escassez de energia elétrica e estas são enormemente dependentes do fornecimento de diesel (Paula, 2022).

Ainda que o estado esteja entre os maiores produtores de GNL, em diversas embarcações regionais que operam com motor a diesel ou a gasolina, o responsável substitui o tanque de combustível por botijão de cozinha, colocando em risco a segurança da navegação e de todos os envolvidos (Nogueira; Oliveira Neto, 2022). Segundo os autores, os responsáveis pelas embarcações justificam essa prática alegando ser esta a possibilidade de armazenamento do gás sem contaminantes, afirmando que o diesel e a gasolina são adulterados inúmeras vezes e isso causa problemas nos motores a combustão. Com essa prática, eles empreendem viagens longas sem a necessidade de reabastecimento, reduzindo custos e, em caso de acidentes com a embarcação, o botijão não afunda. Porém, outros acidentes sérios podem ocorrer com o uso do gás em caso de vazamentos ou explosões.

Também no Estado do Amazonas, foram realizados estudos sobre uso do gás natural em balsas, uma das modalidades de transporte de passageiros e cargas que coexistem nas vias fluviais do estado, o que alavancará o mercado regional de transporte aquaviário e auxiliará na redução dos custos do transporte, trazendo benefícios econômicos para o estado (Amazonas Hoje, 2023). As demais modalidades de transportes fluviais são: navio motor, *ferry boat*, navios cargueiros, lancha expresso, entre outras (Queiroz, 2019).

Considerando os vários benefícios para o uso do gás natural e sua relação com meio ambiente, e tendo em vista que o estado do Amazonas, embora esteja entre os principais produtores de GNL no Brasil, não o utiliza em suas embarcações devido à necessidade de uso de tecnologias adequadas como os tanques de armazenamento apropriados, buscou-se prospectar o estado atual de desenvolvimento tecnológico relacionado ao uso de tanques cilíndricos de armazenagem de GNL como fonte de energia para as embarcações.

2 Metodologia

Trata-se de uma pesquisa descritiva, com abordagem quantitativa e qualitativa. Para tanto, coletou-se dados nas bases de documentos literários e de patentes, utilizando os termos de busca dispostos no Quadro 1.

Quadro 1 – Escopo e estratégia da produção científica de artigos e patentes

BASES	EQUAÇÃO DE BUSCA	RESULTADOS
Scopus	(TITLE-ABS-KEY (liquefied AND natural AND gas) OR TITLE-ABS-KEY (lng) AND TITLE-ABS-KEY (storage AND tank) OR TITLE-ABS-KEY (cylinder) AND TITLE-ABS-KEY (vessel) OR TITLE-ABS-KEY (ship) AND TITLE-ABS-KEY (propulsion) OR TITLE-ABS-KEY (power))	120
Orbit – Etapa 1	((Liquefied Natural Gas OR LNG)/TI/AB AND (Storage Tank OR Cylinder)/TI/AB AND (vessel OR ship)/TI/AB AND (Propulsion OR power)/TI/AB)	286
Orbit – Etapa 2	((((Liquefied Natural Gas OR LNG)/TI/AB AND (Storage Tank OR Cylinder)/TI/AB AND (vessel OR ship)/TI/AB AND (Propulsion OR power)/TI/AB) AND (F17C-001/00)/IPC)	81

Fonte: Elaborado pelas autoras deste artigo (2022)

Para familiarização do assunto, inicialmente foram consultados os artigos científicos da Scopus, “um banco de dados de resumos e citações com curadoria especializada” (Elsevier, 2024). Em abril de 2024, nos campos Resumo, Palavras-chave e Título da Base foram inseridos os termos de pesquisa “Liquefied Natural Gas”, “LNG”; “Storage Tank”, “Cylinder”; “vessel”, “ship”. “Propulsion” e “power”, todos combinados com o operador booleano AND para termos adicionais e OR para alternativos. Não se estabeleceu intervalo de tempo, pois a intenção é compreender o período em que os estudos sobre o tema iniciaram. Foram recuperados 120 documentos (Quadro 1). Os resultados das buscas foram tratados no Bibliometrix, que carrega dados de diversas bases, entre elas a *Scopus*. Os dados importados da busca foram organizados segundo o autor, título do documento, afiliação do autor, data de publicação e termos chaves.

No que diz respeito às patentes de produtos e de processos tecnológicos de uso do GNL como combustível em embarcações, também em abril de 2024, utilizou-se a Orbit Intelligence, que permite a pesquisa em diversas bases mundiais e, ao mesmo tempo, trata os dados obtidos (Orbit Intelligence, 2024). Como estratégia de busca utilizou-se os termos semelhantes aos da pesquisa realizada na Scopus (Quadro 1), também sem estabelecer intervalo de tempo. Os resultados foram comparados aos da pesquisa literária para se conhecer o panorama das proteções dos conhecimentos gerados e as instituições interessadas.

Entretanto, muitas patentes retornadas continham pouca ou nenhuma relação com o objetivo proposto. Isso demandou diversos refinamentos até que se chegasse à sintaxe que contempla a utilização do termo GNL e suas variações juntamente com o tipo de tanque do tipo ‘C’ regulamentado pela IMO com configuração cilíndrica. Para esse novo refinamento, adotou-se a Classificação Internacional de Patentes (CIP) F17C. Ainda assim, como

o objetivo é identificar tanques cilíndricos tipo ‘C’ para embarcações de pequeno e médio porte, refinou-se a busca pela ‘semelhança’ (um recurso disponível na Orbit Intelligence), para auxiliar a análise qualitativa. Foram selecionadas as famílias de patentes que aparecem no topo da lista cujos escores de relevância são baseados no grau de similaridade e de frequência dos termos de busca (Axonal, 2020), resultando em 81 patentes, as quais foram selecionadas para este estudo.

3 Resultados e Discussão

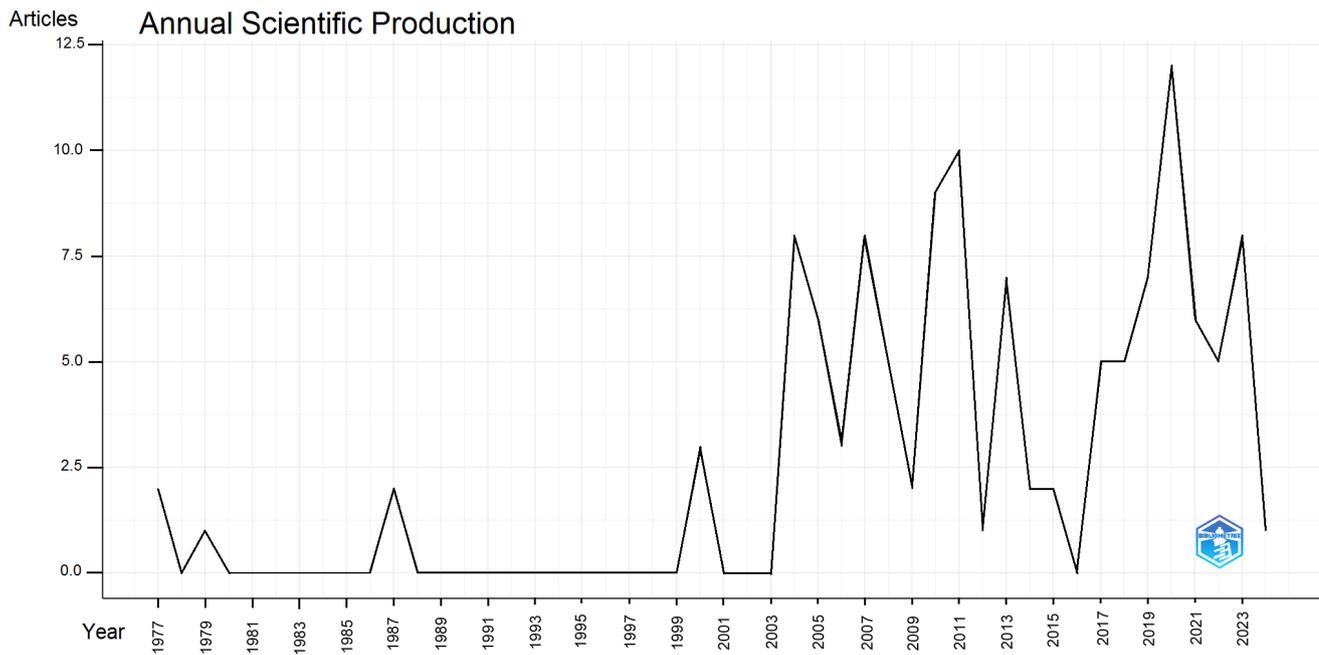
Apresenta-se nesta seção, inicialmente, um breve panorama acerca da evolução de documentos literários em nível mundial. Do mesmo modo, posteriormente, apresenta-se um panorama da evolução dos depósitos de patentes, identificando o domínio tecnológico e os principais mercados e *players*. Pretende-se com esses dados, analisar a viabilidade do uso das tecnologias nas embarcações do Estado do Amazonas, considerando as 81 patentes identificadas.

3.1 Evolução e Cenário dos Documentos Literários e das Patentes sobre Uso de GNL em Embarcações

No que se refere à evolução da produção científica sobre o tema, observa-se pela Figura 1 que as primeiras publicações datam do final da década de 1970, sendo o início dos anos 2000 o intervalo em que a média de publicações é maior.

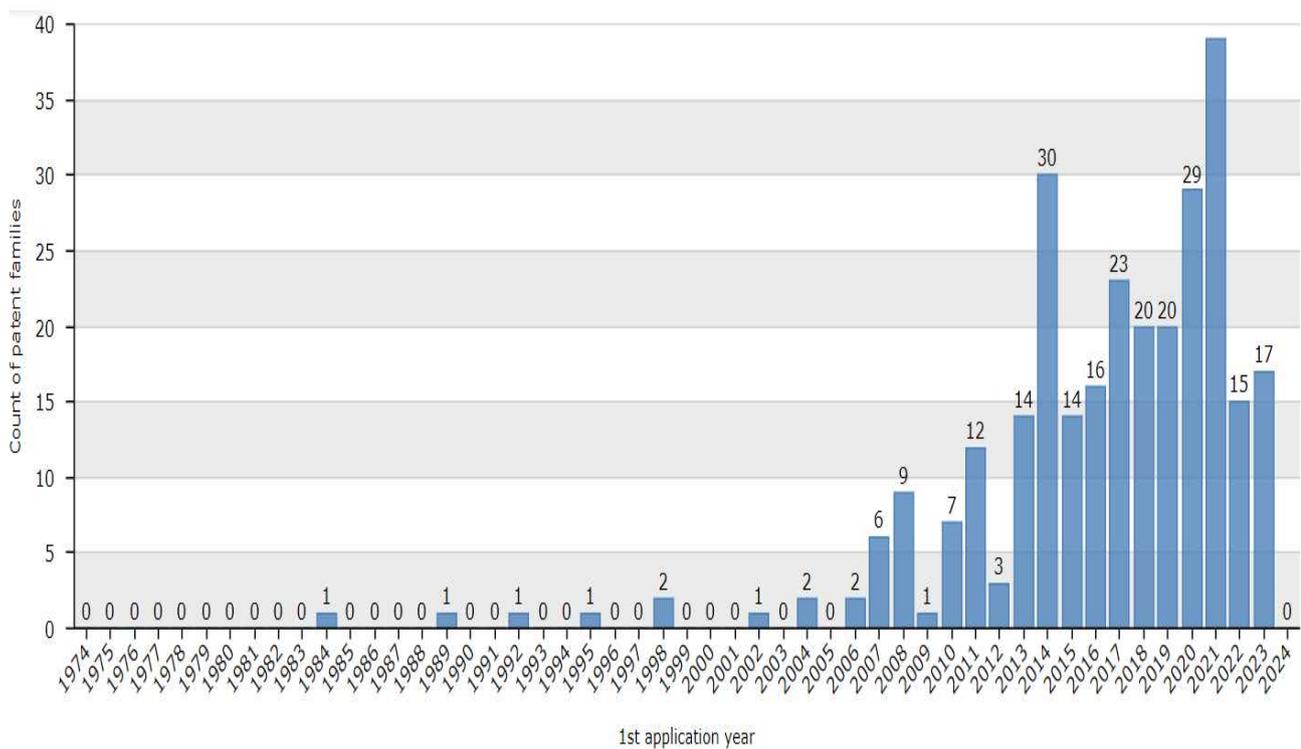
Esse mesmo comportamento se repete quanto aos depósitos de patentes, conforme é possível observar na Figura 2, considerando a opção ‘primeiro depósito’.

Figura 1 – Produção científica sobre o Gás Natural Liquefeito desde o final da década de 1970



Fonte: Scopus (2024)

Figura 2 – Depósito anual de patentes sobre o Gás Natural Liquefeito



Fonte: Orbit Intelligence (2024)

O aumento no interesse por esse tema pode estar relacionado com o início dos debates sobre as questões ambientais. No ano de 1972, foi realizada a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, em Estocolmo, resultando na elaboração da Declaração de Estocolmo, na qual se reconhece, em nível internacional, a importância dos instrumentos de gestão ambiental para a promoção do desenvolvimento sustentável. A partir desses encontros e em meio a Eco-92, a primeira Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro no ano de 1992, os países industrializados começaram a perceber o impacto negativo das suas tecnologias no meio ambiente, dando início às ideias de preservação, o que atraiu aos poucos a atenção mundial. Ressalta-se que, até a década de 1970, a proteção ambiental era escassa e o meio ambiente era visto somente como um espaço para a satisfação das necessidades e dos interesses humanos (Ignácio, 2020).

Em uma perspectiva estreita sobre o transporte marítimo, argumenta-se que os vários combustíveis com zero e baixo carbono influenciam diretamente na energia global, pois percebeu-se que o consumo global de energia na década de 1990 tem direta ligação com as alterações climáticas, destaca-se que o consumo global de energia teve um aumento anual de 1,7%, percentual triplicado quando comparado aos dados do período de 1970. Desse percentual, a energia fóssil representa 81% da energia total consumida tanto em 1990 como em 2018. Dessa forma, esse aumento do consumo de energias fósseis e a baixa

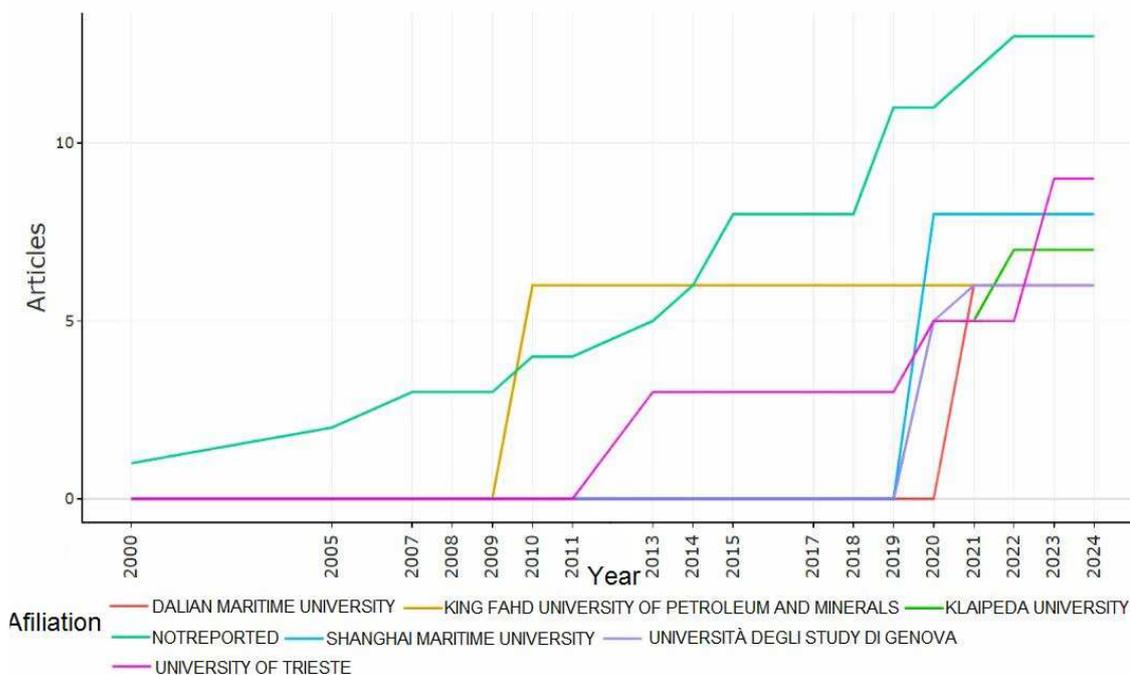
quota do uso de energias renováveis contribuíram para o aumento das emissões mundiais, porém, para que se alcance maior redução global nessas emissões, é necessário nova capacidade e produção de energias renováveis (Lindstad *et al.*, 2021).

O período entre 2011 e 2021 marcou momentos importantes sobre o consumo do gás natural. Durante esse tempo, o consumo de gás natural em todo o mundo expandiu cerca de 25% e foi responsável por 40% do crescimento e do fornecimento de energia primária em todo o mundo – mais do que qualquer outro combustível. Esse rápido crescimento foi sustentado por vários fatores, incluindo a disponibilidade de fornecimento de gás relativamente barato e competitivo em termos de custos, políticas de ar limpo nos mercados em rápido crescimento principalmente na região da Ásia-Pacífico e também devido ao aumento da produção de xisto nos Estados Unidos (IEA, 2023).

Os picos crescentes nos depósitos a partir de 2020, observados na Figura 2, podem ser decorrentes da pressão que os regulamentos da Organização Marítima Internacional (IMO) de 2020 exerce sobre os limites de enxofre para as embarcações, desde que entraram em vigor, aumentaram os interesses no GNL em todo o mundo, pois acredita-se que essa seja uma alternativa promissora para a redução da poluição do ar (Li; He; Gao, 2021).

As instituições que mais publicaram documentos literários sobre o tema são as de origem europeia e asiática, conforme se observa na Figura 3.

Figura 3 – Produção sobre o Gás Natural Liquefeito por afiliação



Fonte: Scopus (2024)

Tem-se a Itália como exemplo de país muito dependente do gás natural, pois o país não extrai uma quantidade suficiente de gás natural para satisfazer seu consumo interno. Assim, a Itália adotou diferentes caminhos para o abastecimento do país de forma a torná-la menos dependente dos países fornecedores de GNL. Foi autorizado o projeto no ano de 1988 do “Terminal de GNL do Adriático” para regaseificação de Gás Natural Liquefeito, o qual teve monitoramento do Ministério do Meio Ambiente italiano que avaliou a compatibilidade ambiental do projeto para verificar possíveis impactos no ambiente marinho associados à construção e à operação da estrutura (Lambert, 2013).

No que se refere às instituições depositantes das patentes relacionadas à tecnologia pesquisada, as instituições asiáticas dominam essa área, conforme se observa na Figura 4.

Os primeiros depósitos foram realizados pela empresa japonesa Kobe Steel, que atua no segmento de ferro e aço (Kobelco, 2024). No entanto, a empresa com maior quantidade de patentes é o estaleiro Daewoo Shipbuilding and Marine Engineering, de grande porte, com sede em Seul, na Coreia do Sul. O estaleiro constrói navios comerciais (incluindo petroleiros, navios de Gás Liquefeito de Petróleo (GLP), navios de minério, balsas de passageiros, navios de Gás Natural Liquefeito (GNL), navios *roll-on roll-off* e graneleiros) e estruturas *offshore* que incluem navios de perfuração, plataformas fixas, plataformas de perfuração e embarcações flutuantes de armazenamento e descarga (FPSO), estruturas para indústrias de exploração e produção de petróleo e gás, etc. A empresa tem operações no Reino Unido, Noruega, Angola, Grécia, Estados Unidos, Indonésia, Emirados Árabes Unidos, Cingapura, Japão e Brasil (Globaldata, 2023).

Em relação à densidade e à centralidade dos temas, a centralidade indica a importância do tema em todo o campo de pesquisa e a densidade indica o grau de desenvolvimento dos temas, sendo assim, as bolhas representam o tamanho

dos *clusters* (Barreto; Quintella, 2023). Observa-se na Figura 5 alta densidade e alta centralidade (quadrante superior direito) para os temas: gás natural liquefeito, *Boil-Of-Gas* (BOG), tanques, eficiência energética, propulsão de navio, motores a diesel, vasos de pressão, eficiência energética, gás natural comprimido e criogênico.

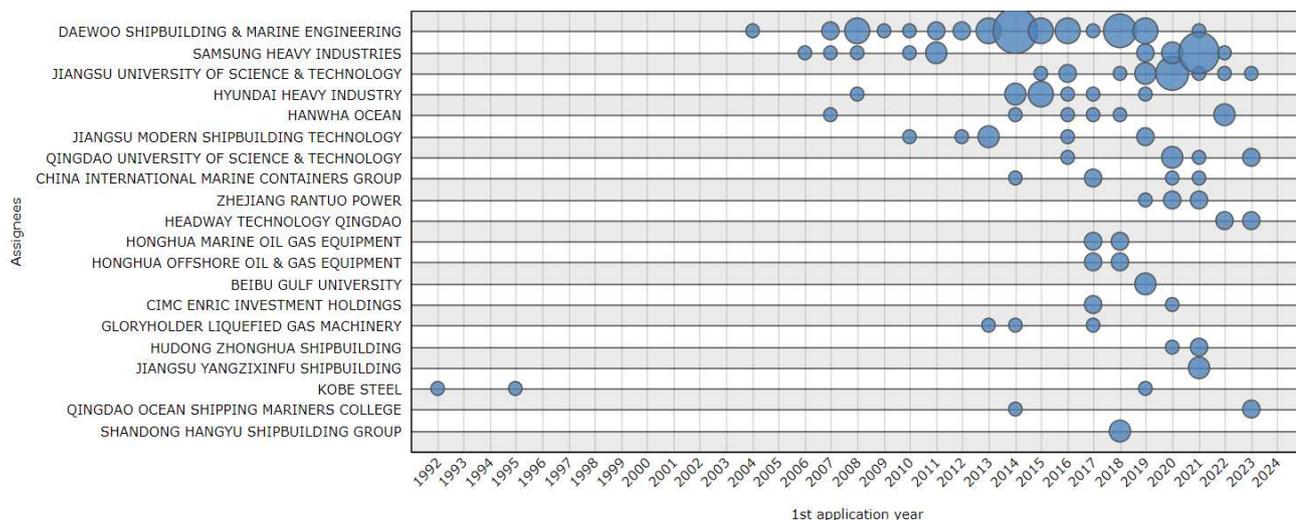
Sobre o *Boil-Off-Gas*, importante mencionar que é uma ocorrência natural em tanques de GNL a bordo de navios. Apesar de os tanques possuírem isolamento de alto nível, há a ocorrência de algum vazamento de gás, pois existe transferência de calor do ambiente para a carga. Esse GNL evaporado é chamado de *Boil-Off-Gas* (BOG), e, dependendo do sistema de isolamento térmico, sua taxa de evaporação ou de ebulição ocorre em cerca de 0,10 a 0,15% em volume por dia (Panagiotopoulos, 2024).

A respeito dos vasos de pressão, estes são usados para armazenar substâncias líquidas ou gasosas sob pressão interna ou externa, que são regularizados pelo Código ASME, que regulamenta a construção de vasos de pressão e delinea a fabricação, os testes e as certificações exigidas. Essas tecnologias são compostas de uma estrutura com cabeçotes, suportes e acessórios adicionais necessários para a aplicações específicas, e cada componente tem uma composição diferente baseada no uso pretendido (American Alloy Fabricators, 2024).

Os temas posicionados no quadrante superior direito, conhecidos como temas-motores, são relevantes para o desenvolvimento e a estruturação do campo de pesquisa (Herrera-Viedma *et al.*, 2020). Observa-se que pesquisas sobre GNL constam nesse quadrante, bem como as relacionadas à propulsão, ao combustível e aos tanques.

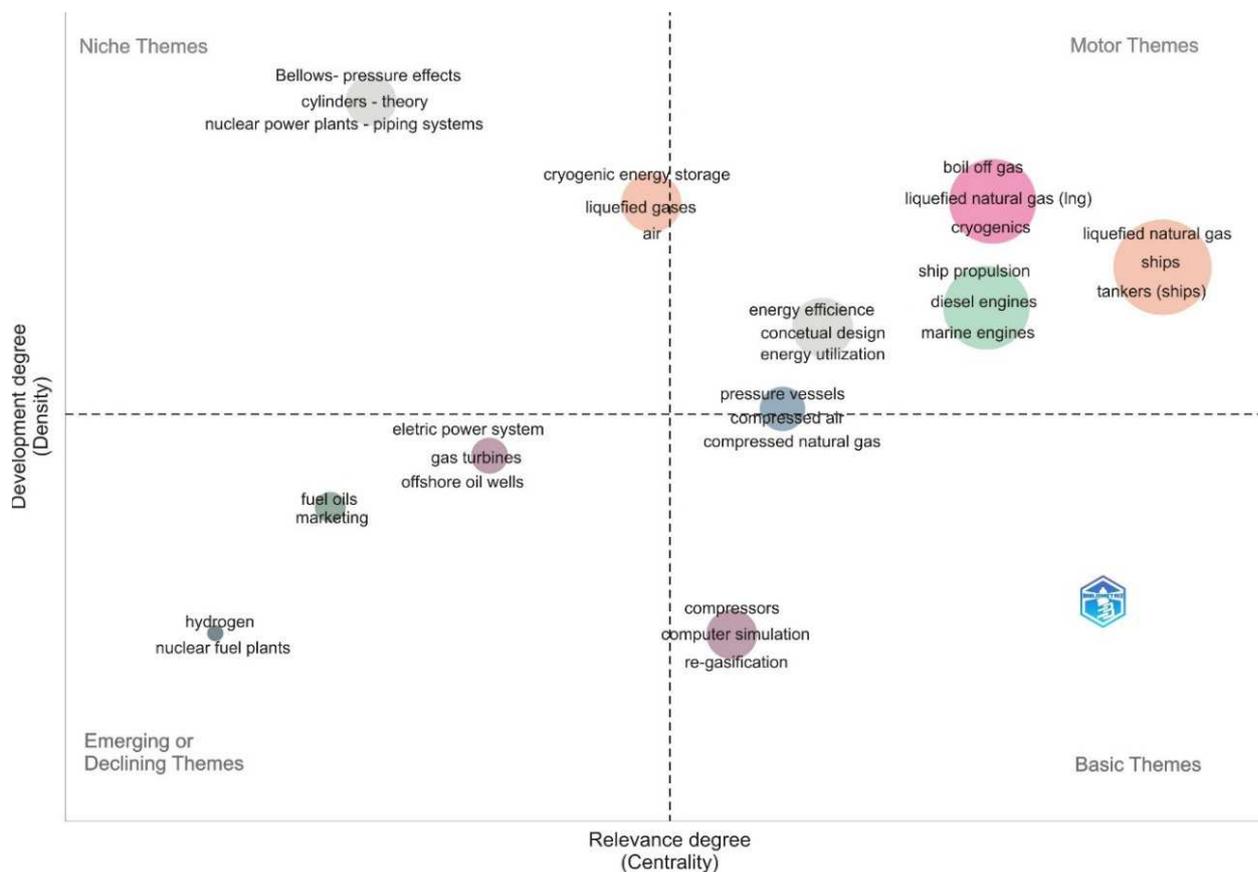
No que se refere aos domínios tecnológicos das patentes depositadas, a Figura 6 mostra a distribuição das patentes de acordo com os principais *players* e o domínio tecnológico.

Figura 4 – Depositantes das patentes relacionadas às tecnologias de tanques de combustíveis de armazenagem de GNL



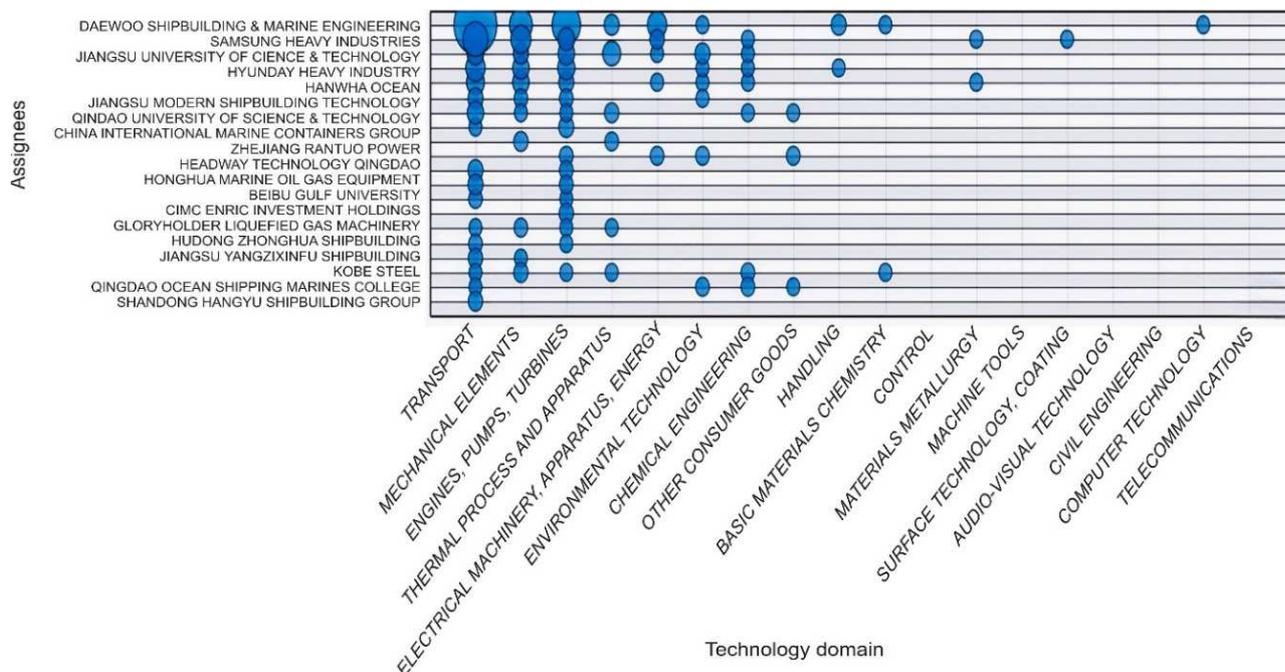
Fonte: Orbit Intelligence (2024)

Figura 5 – Relação da densidade e da centralidade dos temas



Fonte: Scopus (2024)

Figura 6 – Domínio tecnológico acerca do Gás Natural Liquefeito segundo os depositantes



Fonte: Orbit Intelligence (2024)

Observa-se, pela Figura 6, que Transporte e Elementos Mecânicos aparecem entre os primeiros do *ranking* dos domínios tecnológicos e observa-se também que os dez principais *players* são empresas pertencentes à República da Coreia e à China, o que confirma a liderança da Ásia no depósito de tecnologias relacionadas a tanques cilíndricos de GNL como combustível. Cabe destacar ainda que o setor de Elementos Mecânicos ‘abriga’ os tanques cilíndricos de armazenamento de GNL das embarcações movidas a gás. Ainda dentro desse setor, estão os vasos de pressão e os acessórios mecânicos diversos para a sua fabricação, objeto principal desta pesquisa. Uma breve análise dessas tecnologias com potencial de aplicabilidade nas embarcações regionais do Estado do Amazonas é apresentada a seguir.

3.2 Considerações sobre os Tanques para Combustível de GNL e sua Aplicabilidade nas Embarcações do Amazonas

A partir da análise das patentes pesquisadas, foi possível dar início ao levantamento do estado da arte das tecnologias de tanques de armazenagem de GNL como combustível para embarcações e a uma iminente aplicabilidade nas embarcações do Amazonas. A pesquisa retornou diversas tecnologias que abrangem o sistema propulsivo das embarcações movidas a gás, por exemplo: “Sistema de arranjo de tanque de armazenamento de GNL (Gás Natural Liquefeito) e sistema de arranjo de fornecimento de gás de navio de propulsão com duplo combustível”; “Sistema de difusão de tanque de armazenamento de Gás Natural Liquefeito (GNL) de navio movido a GNL”; “Navio monocombustível de GNL (Gás Natural Liquefeito)”; “Estrutura de popa de navio de carga movido a GNL”, “Sistema de armazenamento e abastecimento de combustível para navio de GNL”, entre outras tecnologias referentes ao uso do GNL como combustível em embarcações.

Em relação às tecnologias de tanques de armazenagem de GNL, nos resultados, observou-se que existem alguns deles, como: CN201779441, que se refere a um “Tanque de armazenamento de GNL (Gás Natural Liquefeito) para navio híbrido de óleo diesel-GNL”; CN101915356, que se refere a “Tanque de armazenamento de GNL para navio híbrido diesel-GNL”; CN214875414, que se trata de um “Tanque GNL de terminal duplo”; e CN213036012, que se refere a um “Novo tanque de combustível, navio de transporte de GNL e navio de óleo combustível”, todas tecnologias que podem ser adaptadas para a aplicabilidade em diversas embarcações a depender das suas configurações.

A patente ‘CN201779441’ apresenta a tecnologia de um tanque para duplo combustível, o que favorece a economia de combustível, visto que um navio movido a diesel, por

exemplo, tem consumo considerável de combustível, alto custo de operação e um grave nível de poluição. A tecnologia de energia híbrida (diesel e GNL) possibilitaria uma ampla perspectiva de aplicação em diversas embarcações do Amazonas. Essa patente em questão possui capacidade para armazenamento adequado, além de possuir um bom desempenho de isolamento térmico, o que traz segurança para que o sistema híbrido possa ser usado sem problemas em barcos e navios.

A patente ‘CN213036012’ apresenta um tanque que possui elementos capazes de evitar que haja respingos de GNL durante os movimentos irregulares dos navios enquanto navegam, o que ajuda a conter o desperdício de combustível. Essa patente em questão também possui potencial para aplicabilidade da região amazônica, pois a área possui uma navegabilidade irregular devido aos obstáculos com os quais as embarcações podem se deparar no trajeto de suas viagens, como troncos de árvores, pedras, entre outras situações que podem causar vários solavancos na embarcação. Um tanque com essas características traria resultados benéficos para essas embarcações.

As tecnologias de tanques cilíndricos analisadas representam o ponto de partida para a compreensão do estado da arte dos tanques cilíndricos de armazenagem de GNL como combustível para as embarcações ao se vislumbrar uma futura aplicação nas embarcações do Amazonas, trazendo inúmeros benefícios para o setor aquaviário, para a comunidade como um todo, além de atender às demandas de sustentabilidade e de meio ambiente.

4 Considerações Finais

Neste estudo prospectivo, buscou-se conhecer o estado atual de desenvolvimento tecnológico dos tanques cilíndricos de armazenagem de GNL como combustível em embarcações para provável aplicabilidade no Amazonas. Com esse intuito, foi realizado levantamento de artigos científicos na base de dados Scopus para entender a evolução da produção científica sobre o uso do GNL como combustível no setor marítimo, os mercados e os fatores socioambientais. Também foram realizadas buscas de patentes na plataforma Orbit Intelligence, apresentando tecnologias abrangentes sobre o tema que servem como ponto de partida para pesquisas mais delimitadas.

Discutiu-se sobre os resultados das buscas, quanto à situação das tecnologias supracitadas no cenário mundial, suas características principais e as tecnologias com potencial de aplicabilidade no setor aquaviário do Amazonas. Ressalta-se que a Ásia e a Europa são os continentes que mais se destacam quanto às produções técnicas e científicas, uma vez que utilizam em grande escala o gás natural na movimentação de sua economia. Além do mais, a China,

por possuir grande expressividade na construção de navios e ainda para atender às recomendações da Organização Marítima Internacional quanto à redução nas emissões, vem se especializando cada vez mais em tecnologias promissoras sobre o uso do GNL, o que pode ser útil também para boas referências sobre a inovação do setor aquaviário do Amazonas.

Conclui-se que o uso do gás natural como combustível alternativo nas embarcações do Estado do Amazonas é viável desde que de forma segura e regularizada e não de maneira imprudente com o uso de vasilhames improvisados. O resultado da pesquisa pode servir de referência para decisões dos demandantes do setor aquaviário e demais setores relacionados que formulam planos estratégicos para potenciais avanços tecnológicos no setor beneficiando todo o estado.

5 Perspectivas Futuras

Ao reforçar a viabilidade do uso do gás natural como combustível alternativo nas embarcações do estado, este estudo mostra que é possível atender às orientações da Organização Marítima Internacional, a qual recomenda melhorias nas emissões geradas pelos navios. Ao adotar tecnologias de redução de emissões, o setor marítimo inova e se mantém competitivo no mercado global.

Trazendo a análise para o contexto local, na região amazônica, o transporte aquaviário depende amplamente de combustíveis líquidos tradicionais, como diesel e gasolina, devido à infraestrutura já estabelecida e à capilaridade da rede de distribuição. O fornecimento de gás natural para abastecimento na cidade de Manaus, por exemplo, é feito pela empresa CIGÁS há mais de dez anos, e o consumo do gás natural vem aumentando consideravelmente no estado, principalmente pelas usinas termelétricas que, somente em 2021, consumiram 4,69 milhões de m³/dia, enquanto o consumo industrial foi de 145,9 mil m³/dia, o que representa um aumento de mais de 26% em relação ao ano anterior (Nogueira; Oliveira Neto, 2022). Esses números reforçam que as usinas termelétricas estão substituindo o óleo diesel pelo gás natural.

Entretanto, essa dependência representa um desafio para a introdução de alternativas energéticas, especialmente em uma região com vasta extensão e logística complexa. A transição para o uso do Gás Natural Liquefeito (GNL) no setor aquaviário se apresenta como uma oportunidade de inovação tecnológica, com impactos positivos na redução de emissões e na sustentabilidade ambiental. Essa transformação, no entanto, exige um planejamento estratégico escalonado em curto, médio e longo prazo para superar os obstáculos atuais e consolidar a nova matriz energética. Nesse sentido, foram apontadas as seguintes implementações tecnológicas, a curto, médio e longo prazos

A curto prazo, a infraestrutura e a adoção inicial seria consolidada. A introdução do GNL no transporte aquaviário pode ser viabilizada em rotas em que o gás natural já esteja disponível, facilitando a adaptação gradual. Especificamente, frotas que operam entre as cidades do Amazonas, Itacoatiara e Coari, as quais apresentam um cenário favorável para o uso de GNL, considerando a proximidade com as bacias de grandes reservas de gás natural na região, o que contemplaria:

- 1) Desenvolvimento de Terminais de Abastecimento: a instalação de terminais de abastecimento de GNL em pontos estratégicos nessas rotas permitirá o atendimento das embarcações que transitam entre Itacoatiara e Coari, municípios que deverão ser dotados de capacidade para atender à demanda inicial de GNL e assegurar a autonomia necessária para as embarcações de pequeno e médio porte que operam nessas localidades.
- 2) Adaptabilidade das Frotas Existentes: a tecnologia de conversão para GNL inicialmente seria focada em embarcações que possam ser readequadas para a nova matriz, reduzindo os custos de adaptação. Essa abordagem permitiria uma experiência operacional mais controlada e possibilitaria ajustes conforme a necessidade de desempenho e segurança.
- 3) Capacitação e Regulamentação: a introdução do GNL requer capacitação técnica para operação e manutenção das embarcações adaptadas e dos terminais de abastecimento. Paralelamente, é necessária a criação de regulamentações específicas que incentivem o uso seguro e sustentável do GNL.

A médio prazo, o uso em embarcações menores e a infraestrutura de apoio se expandiria. Com a consolidação inicial e um melhor entendimento das demandas logísticas e tecnológicas, o médio prazo envolveria o avanço do GNL para embarcações menores e a expansão da rede de abastecimento para atender a novas rotas na Amazônia, assim sendo, seria necessário:

- 1) Ampliação do Alcance das Estações de Suprimento: com terminais de abastecimento em funcionamento, dessa forma, seria possível expandir a cobertura do GNL para embarcações menores, que passariam a ter autonomia para navegar em torno dessas estações.
- 2) Incentivo à Produção de Embarcações Adaptadas: além da adaptação de frotas existentes, haveria o incentivo à construção de novas embarcações projetadas para operar com GNL, permitindo o desenvolvimento de uma frota aquaviária mais eficiente e alinhada à sustentabilidade energética da região.

- 3) Pesquisa e Desenvolvimento (P&D): o avanço do uso de GNL no transporte aquaviário demandaria investimentos contínuos em P&D, explorando novas tecnologias para o aumento na eficiência do GNL e a compatibilidade com as condições ambientais da Amazônia, além de possíveis associações com outras fontes renováveis.

A longo prazo, o transporte para longas distâncias e a introdução do hidrogênio se ampliaria. Espera-se que a tecnologia de GNL avance ao ponto de ser viável para embarcações de grande porte e longas rotas, como as que realizam a cabotagem e conectam Manaus com os principais portos do Brasil, como Belém e Porto Velho, desse modo, pode-se vislumbrar o seguinte:

- 1) Expansão para Embarcações Maiores: com o desenvolvimento e o fortalecimento da infraestrutura de GNL na Amazônia, tornando-se possível adaptar o uso desse combustível para embarcações maiores e para rotas de longo alcance, seria possível as operações de cabotagem e de conexão interestadual.
- 2) Integração com Portos Nacionais: embarcações que conectam Manaus aos principais portos nacionais poderiam, a longo prazo, aproveitar uma infraestrutura de abastecimento nacional de GNL. Essa abordagem expandiria o uso de GNL para rotas mais extensas e integraria a Amazônia ao sistema de transporte aquaviário sustentável em todo o Brasil.
- 3) Transição para o Hidrogênio: a infraestrutura estabelecida para o GNL poderá, futuramente, ser utilizada para distribuição de hidrogênio. Esse processo poderia envolver a produção de hidrogênio a partir de fontes locais, como a reforma de derivados de petróleo e gás da própria região e de hidrogênio verde, proveniente das usinas hidrelétricas e parques fotovoltaicos disponíveis. Essa transição representa um passo importante para um transporte aquaviário de baixíssimo impacto ambiental na Amazônia, alinhando-se aos objetivos de sustentabilidade e de descarbonização a longo prazo.

Ao reunir as informações das análises feitas neste estudo, é possível vislumbrar a possibilidade da adaptação tecnológica para a introdução de sistemas de armazenagem de GNL em embarcações regionais amazônicas. O que representa uma iniciativa de grande impacto ambiental e econômico, no entanto, essa tarefa exige um esforço significativo em pesquisa, desenvolvimento e inovação. A maioria das embarcações utilizadas atualmente é totalmente adaptada para o armazenamento de diesel e gasolina, o que significa que a transição para o uso de cilindros de GNL envolve não apenas modificações nos sistemas de

armazenagem e propulsão, mas também uma revisão estrutural e técnica em cada modelo de embarcação.

Essas adaptações demandam estudos detalhados sobre a viabilidade e segurança do GNL como fonte de energia para as embarcações fluviais. Será necessário avaliar aspectos como a resistência dos materiais e componentes que constituirão os novos cilindros de armazenamento, especialmente considerando as condições climáticas e hídricas da Amazônia, como temperaturas elevadas, alta umidade e contato frequente com água doce e sedimentos. Outro ponto crítico é a estabilidade das embarcações com os novos sistemas de armazenagem, uma vez que o GNL possui características físicas e de densidade diferentes do diesel e da gasolina, impactando a distribuição de peso e o centro de gravidade das embarcações.

Além disso, é indispensável a união com as instâncias reguladoras e fiscalizadoras, incluindo o Inmetro, a Marinha do Brasil e a Agência Nacional de Transportes Aquaviários (Antaq) para alinhamento das futuras ações. Essas instituições terão um papel fundamental na criação de normas e diretrizes que garantirão a segurança e a sustentabilidade do uso de GNL na navegação regional. A construção de normativas específicas, como padrões para os cilindros de GNL, regulamentos de segurança para manuseio e transporte do combustível, além de protocolos de manutenção e inspeção das embarcações adaptadas, são passos essenciais para o avanço dessa iniciativa. Esses regulamentos deverão ser robustos e atualizados regularmente, com base nas inovações e nas descobertas tecnológicas que o próprio processo de adaptação trará.

A viabilização desse projeto envolve ainda o desenvolvimento de uma cadeia de fornecimento de GNL eficiente e segura, que suporte o abastecimento regular e economicamente viável das embarcações na Amazônia. Esse processo demandará colaborações entre o setor público, as empresas de transporte e os fornecedoras de gás, além de possíveis incentivos governamentais para mitigar os custos iniciais da transição energética.

Portanto, a adaptação dos sistemas de armazenagem de GNL nas embarcações fluviais da Amazônia é um processo que, embora desafiador, representa uma oportunidade única para impulsionar a sustentabilidade na região. Com o esforço coordenado entre inovação tecnológica, regulamentação e parcerias estratégicas, é possível que essa transição contribua para uma matriz energética mais limpa, eficiente e integrada com as necessidades ambientais e socioeconômicas da Amazônia e, ainda, prospecte a realização de trabalhos futuros que possam falar dessa temática para o maior aprofundamento do tema, visto que os estudos existentes são incipientes no país. Há a necessidade de mais abordagens relacionadas às diversas alternativas energéticas, sobre as mais vantajosas e as desvantajosas tanto do ponto de vista econômico como ambiental. Espera-

se também que os sistemas mundiais de transformação científica melhorem os resultados das pesquisas para a promoção de novas tecnologias de armazenagem do GNL e, quiçá, de outros combustíveis promissores.

Agradecimentos

As autoras agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam) pelo Programa de Apoio à Pós-Graduação *Stricto Sensu* (Posgrad). Agradecem ainda ao professor Dr. Nelson Kuwahara, da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), pelas orientações iniciais para esta pesquisa.

Referências

- AMAZONAS HOJE. Sedecti destaca avanço para o transporte hidroviário em estudo sobre uso do gás natural em balsas. **Portal de Notícias**, 23 de julho de 2023. Disponível em: <https://amazonashoje.com.br/noticias/sedecti-destaca-avanco-para-o-transporte-hidroviario-em-estudo-sobre-uso-do-gas-natural-em-balsas/>. Acesso em: 7 mar. 2024.
- AMERICAN ALLOY FABRICATORS, Inc. **Custom Metal Fabrication Experts – Pressure Vessels**. 2024. Disponível em: <https://americanalloyfab.com/>. Acesso em: 16 abr. 2024.
- AXONAL. **Navegação Geral, Busca, Seleção, Exportação**. 2020. Oficina I. Disponível em: www.axonal.com.br/arquivos/PDF/Oficina_1_Busca_Visualizacao_Exportacao_Questel_Orbit.pdf. Acesso em: 30 abr. 2024.
- BARRETO, W. A.; QUINTELLA, C. M. Transporte Hidroviário: uma análise de Revisão Sistemática Patentária e de Literatura (RSL) sobre os impactos da Internet das Coisas no contexto das cidades inteligentes pós-ODS 11. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 16, n. 6, p. 1.863-1.878, 2023. DOI: 10.9771/cp.v16i6.52127. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/nit/article/view/52127>. Acesso em: 29 out. 2024.
- BOGAERT, H. **An experimental investigation of sloshing impact physics in membrane LNG tanks on floating structures**. 2018. 275f. Dissertação (Mestrado) – Delft University of Technology, Delft, Holanda, 2018. DOI: <https://doi.org/10.4233/uuid:96870b88-e07b-4ec2-8bd4-ef2cd3713568>. Disponível em: <https://research.tudelft.nl/en/publications/an-experimental-investigation-of-sloshing-impact-physics-in-membr>. Acesso em: 29 out. 2024.
- ELSEVIER. **Scopus**: banco de dados de resumos e citações multidisciplinar, abrangente e confiável. Seção Produtos Scopus, 2024. Disponível em: <https://www.elsevier.com/pt-br/products/scopus>. Acesso em: 24 maio 2024.
- GLOBALDATA, Oil and gas industry overall contract value drops by 26% QoQ during Q3 2023, reveals GlobalData. **Oil & Gas**, 13 nov. 2023. Disponível em: <https://www.globaldata.com/media/oil-gas/oil-gas-industry-overall-contract-value-drops-26-qoq-q3-2023-reveals-globaldata/>. Acesso em: 20 abr. 2024.
- HERRERA-VIEDMA, E. *et al.* Global trends in coronavirus research at the time of Covid-19: A general bibliometric approach and content analysis using SciMAT. **El Profesional de la Información**, [s.l.], n. 29, v. 3, jun. 2020.
- IEA – INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Medium-Term Gas Report 2023, Including the Gas Market Report (Q4-2023)**. 2023. Disponível em: <https://www.iea.org/reports/medium-term-gas-report-2023>. Acesso em 25 abr. 2024.
- IGNÁCIO, J. ECO-92: o que foi a conferência e quais foram seus principais resultados? **Politize!** 24 de novembro de 2020. Disponível em: <https://www.politize.com.br/eeco-92/>. Acesso em: 1º abr. 2024.
- KOBELCO. **About us**. 2024. Disponível em: <https://www.kobelco-welding.jp/portuguese/company/index.html>. Acesso em: 24 abr. 2024.
- LAMBERT, C. V. *et al.* An environmental monitoring plan for the construction and operation of a marine terminal for regasifying Liquefied Natural Gas (LNG) in the North Adriatic Sea. In: HUGHES, T. B. (ed.). **Mediterranean sea: ecosystems, economic importance and environmental threats**. [S.l.]: Nova Science Publisher, 2013. p. 115-133.
- LI, T.; HE, X.; GAO, P. Analysis of offshore LNG storage and transportation technologies based on patent informatics. **Cleaner Engineering and Technology**, [s.l.], v. 5, 100317, 2021. Elsevier. Disponível em: [sciencedirect.com/science/article/pii/S2666790821002779](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666790821002779). Acesso em: 5 abr. 2024.
- LINDSTAD, E. *et al.* Reduction of maritime GHG emissions and the potential role of E-fuels. **Elsevier, Transportation Research**, [s.l.], art D 101, 103075, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1361920921003722>. Acesso em: 20 abr. 2024.
- NOGUEIRA, R. J. B.; OLIVEIRA NETO, T. O. A Geografia do Gás na Amazônia Brasileira. **Revista GeoAmazônia**, Belém, v. 10, n. 20, p. 224-250, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/geoamazonia/article/view/13666>. Acesso em: 27 out. 2024.
- OLIVEIRA, D. **Propulsão a Gás para Balsas**. Portos e Navios, Indústria Naval. Publicado em 20 mar. 2019. Disponível em: <https://www.portosenavios.com.br/noticias/ind-naval-e-offshore/propulsao-a-gas-para-balsas>. Acesso em: 24 fev. 2024.

ORBIT INTELLIGENCE. **Orbit**. 2024. Disponível em: <https://www.orbit.com/#PatentRegularAdvancedSearchPage>. Acesso em: 1º abr. 2024.

PANAGIOTOPOULOS, N. K. **Investigation of BOG management during marine LNG transport focusing on its use for ship propulsion**. 2024. 117f. Tese (Department of Naval Architecture) – University of West Attica School of Engineering, Athens, 2024.

PAULA, A. **Desafios do Abastecimento na Amazônia: falta de segurança no transporte aquaviário de combustíveis é alarmante**. Rio de Janeiro: Instituto Combustível Legal, 2022. Disponível em: <https://institutocombustivellegal.org.br/desafios-do-abastecimento-na-amazonia-falta-de-seguranca-no-transporte-aquaviario-de-combustiveis-e-alarmante/>. Acesso em: 30 abr. 2024.

QUEIROZ, K. O. Transporte fluvial no Solimões – uma leitura a partir das lanchas Ajato no Amazonas. **Portal de Revistas da USP**, 18 de julho de 2019. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/133370>. Acesso em: 24 fev. 2024.

SCOPUS. **Página de busca**. 2024. Disponível em: <https://www.scopus.com/home.uri>. Acesso em: 24 fev. 2024.

SEA-LNG. Leading Maritime Decarbonisation. **News & Views**, 18 de janeiro de 2024. Disponível em: <https://sea-lng.org/2024/01/lng-leading-maritime-decarbonisation/>. Acesso em: 30 abr. 2024.

SPLASH. Why LNG Represents a Bridge of Pragmatism On Shipping’s Road to Decarbonisation. **Portal de Notícias Setoriais**, Contributions, 10 maio de 2018. Disponível em: <https://splash247.com/lng-represents-bridge-pragmatism-shippings-road-decarbonisation/>. Acesso em: 30 abr. 2024.

ZHANG, Y. *et al.* Shipping emissions and their impacts on air quality in China. **Science of the Total Environment**, [s.l.], v. 581-582, p. 186-198. 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969716327851>. Acesso em: 25 abr. 2024.

Sobre as Autoras

Vera Lucia Lima Gomes

E-mail: veralucial@yahoo.com.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0982-4570>

Mestre em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação pela Universidade Federal do Amazonas em 2024.

Endereço profissional: Rua Teófilo Otoni, n. 63, 11º andar, Centro, Rio de Janeiro, RJ. CEP: 20090-080.

Rosana Zau Mafra

E-mail: rosanazau@ufam.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7133-9824>

Doutora em Gestão da Inovação em Biotecnologia pela Universidade Federal do Amazonas em 2018.

Endereço profissional: Universidade Federal do Amazonas, Faculdade de Estudos Sociais, Departamento de Economia, Câmpus Universitário, Av. Rodrigo Otávio, n. 6.200, Coroado, Setor Norte, Manaus, AM. CEP: 69080-900.

Estudo Científico e Patentário de Novas Oportunidades Tecnológicas para o Aproveitamento de Resíduos de Celulose em Escórias Asfálticas

Scientific and Patent Study of New Technological Opportunities for the Utilization of Cellulose Waste in Asphalt Slags

Carlos Augusto Francisco de Jesus Ribeiro¹, Cristina M. Quintella¹

¹Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, Brasil

Resumo

A geração de resíduos industriais é um dos muitos desafios enfrentados pela cadeia produtiva de celulose. Novas tecnologias inovadoras estão sendo implementadas para a destinação e reutilização eficiente dos resíduos de celulose, visando não apenas reduzir o volume de aterros dentro da própria indústria, mas também promover práticas sustentáveis e contribuir para a preservação ambiental. Este artigo teve como objetivo analisar o cenário científico e patentário relacionado ao uso de resíduos de celulose em combinação com escória, utilizando as bases científicas Web of Science e Scopus, além da base tecnológica de patentes Orbit. A análise identificou 140 publicações científicas nas bases Web of Science e Scopus, e 2.003 famílias de patentes na base Orbit. Os resultados mostram aumento no número de publicações científicas e redução no depósito de patentes nos últimos sete anos, a partir de 2017. As principais palavras-chave associadas às patentes e às publicações científicas são “Slag”, “Raw Material” e “Fly Ash”. A China se destaca como o principal país de origem dessas produções. Os achados indicam a viabilidade do desenvolvimento de um novo composto asfáltico utilizando resíduos de celulose, com estabilidade, durabilidade e, principalmente, com sustentabilidade.

Palavras-chave: Celulose; Escória; Resíduo.

Áreas Tecnológicas: Engenharia Química. Resíduos Industriais. Gestão Tecnológica.

Abstract

The generation of industrial waste is one of the many challenges faced by the pulp production chain. Innovative new technologies are being implemented for the efficient disposal and reuse of cellulose waste, aiming not only to reduce landfill volume within the industry itself but also to promote sustainable practices and contribute to environmental preservation. This article aims to analyze the scientific and patent landscape related to the use of cellulose waste in combination with slag, using the Web of Science and Scopus scientific databases, in addition to the Orbit patent technology database. The analysis identified 140 scientific publications in the Web of Science and Scopus databases, and 2,003 patent families in the Orbit database. The results show an increase in the number of scientific publications and a reduction in patent filings over the past seven years, starting in 2017. The main keywords associated with the patents and scientific publications are “Slag,” “Raw Material,” and “Fly Ash.” China stands out as the leading country of origin for these works. The findings indicate the feasibility of developing a new asphalt compound using cellulose waste, with stability, durability, and, most importantly, sustainability.

Keywords: Cellulose; Slag; Waste.



1 Introdução

A construção e a manutenção de estradas de chão e de terra para o uso da logística de eucalipto enfrentam grandes desafios e, entre eles, estão a erosão e/ou compactação do solo dentro das fazendas, acessibilidade e alto custo de manutenção das estradas. Diante dessa problemática, observa-se um crescimento de pesquisas de cunho científico e tecnológico, seja para melhorar a composição de materiais asfálticos ou também métodos de reduzir os custos de investimentos na construção de estradas (Terrones-Saeta *et al.*, 2021a).

Segundo Cui, Li e Chen (2022), a inovação representa a força motriz para o avanço do desenvolvimento sustentável. É essencial aprofundar o estudo técnico-científico de um tema específico, promovendo uma colaboração intensificada entre instituições de pesquisa. Além disso, é importante diversificar as formas de interação, seja por meio da transferência de tecnologia ou por meio de pesquisas realizadas em parceria.

A procura por colaborações entre entidades que possuem recursos e habilidades que se complementam, o que, em certos casos, transforma a dependência científica e tecnológica em uma interação estratégica e cooperativa. Isso contribui para o desenvolvimento de competências distintas por meio do aprendizado mútuo entre organizações (Teece *et al.*, 1994)

Krymskaya (2023) ressalta que a análise dos resultados obtidos por meio das atividades de revisão, bibliometria e patentária possibilita a busca por novas áreas de desenvolvimento ou áreas pouco exploradas. De acordo com Aria e Cuccurullo (2017), o estudo bibliométrico pode se tornar complexo, pois abrange várias etapas e utiliza diversas ferramentas de *software* para análise e mapeamento, mediante a aquisição de licenças comerciais. Para Kim e Lee (2019, p. 1), “[...] a importância do mercado de patentes tem aumentado no mercado de alta tecnologia devido à inovação aberta e à eficiência social”. Após a análise e mineração dos dados encontrados, é possível tirar conclusões a respeito de um determinado interesse de estudo e compreender como esse resultado pode aprofundar o direcionamento da pesquisa para um âmbito mais aplicado.

Nesse contexto, o presente artigo tem como objetivo apresentar um estudo bibliométrico e patentário sobre novas oportunidades tecnológicas para o uso de resíduos de celulose na implementação de escórias asfálticas. Os dados revelam a existência de 140 resultados de pesquisa nas bases científicas Web of Science e Scopus, além de 2.003 famílias de patentes na base Orbit.

2 Metodologia

Este estudo seguiu parâmetros quantitativos e utilizou o método bibliométrico com a ênfase nas palavras-chave “celulose” and “waste” and “slag”, a fim de encontrar as áreas de conhecimento associados ao estudo pesquisado. Por outro lado, também será traçado de forma generalista sobre a aplicabilidade de resíduos da celulose em diversas áreas no Brasil e no mundo, explorando os possíveis caminhos que este estudo poderá analisar de maneira mais aprofundada.

A bibliometria é um estudo que envolve tratamento de dados obtidos por meio de acervos de base científica e tecnológica, e, com isso, o seu resultado fornece informações importantes para avaliação e análises de produção científica (Moral-Muñoz *et al.*, 2020).

A análise bibliométrica pode ser aprimorada com a utilização de *softwares* de tratamentos de dados bibliométricos. As ferramentas utilizadas neste estudo de prospecção científica foram o Gephi e o Biblioshiny.

Os resultados da pesquisa bibliométrica realizada no dia 15 de junho de 2024 revelaram um total 140 documentos que estão publicados na Web of Science e na plataforma Scopus. Já a pesquisa patentária realizada no dia 18 de julho de 2024 mostra um total de 2.003 famílias de patentes, extraídas da plataforma Orbit Questel. O estudo seguiu as seguintes etapas:

- 1) realização um recorte temporal, com o intuito de identificar a evolução das palavras pesquisadas ao longo dos anos;
- 2) seleção das bases de artigo, utilizando a base de dados brasileira da Capes, que reúne e disponibiliza conteúdo científico internacional para instituições de ensino e pesquisa do Brasil, composta de aproximadamente 38 mil periódicos, 532 bases de dados de referência. Entre as bases disponíveis, foi escolhida duas bases científicas e tecnológicas: a Web of Science e a Scopus;
- 3) seleção da base de patentes para revelar o desenvolvimento geracional da tecnologia, análise de títulos de patentes, datas de publicação de patentes e regiões de concessão de patentes;
- 4) utilização da palavras-chave “celulose” and “waste” and “slag”;
- 5) exportação, importação e conversão da base de dados encontrados nos *softwares* Biblioshiny, Gephi e do Orbit para análises e geração de gráficos dos resultados encontrados neste estudo.

A pesquisa científica foi conduzida utilizando três plataformas de bases de dados científicas, a Web of Science, Scopus e o Orbit. Para que o objetivo fosse alcançado, foi realizado um levantamento científico, com artigos publicados entre 1983 e 2024, e patentários depositados entre 2004 e 2024. Esse estudo foi executado por meio da plataforma de dados da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) em parceria com as principais plataformas de base tecnológica do mundo e no Orbit por intermédio do convênio entre o Fórum Nacional de Gestores de Inovação e Transferência de Tecnologia (Fortec) e a empresa Axonal Consultoria Tecnológica Ltda. Os detalhes dessas plataformas e suas contribuições serão discutidos na sequência.

3 Resultados e Discussão

Em termos gerais, este estudo busca encontrar novas formas de reuso da fibra da celulose associados com compostos asfálticos. De acordo com Quintella *et al.* (2011, p. 1), “[...] a prospecção tecnológica contribui para a visão estratégica da produção de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I), otimizando políticas de médio e longo prazo, estratégias, planos e processos de tomada de decisão”.

A Figura 1 demonstra que a China (36%) possui o maior número de publicações nas duas bases científicas tecnológicas, seguidos de Brasil (9%) e Espanha (6%).

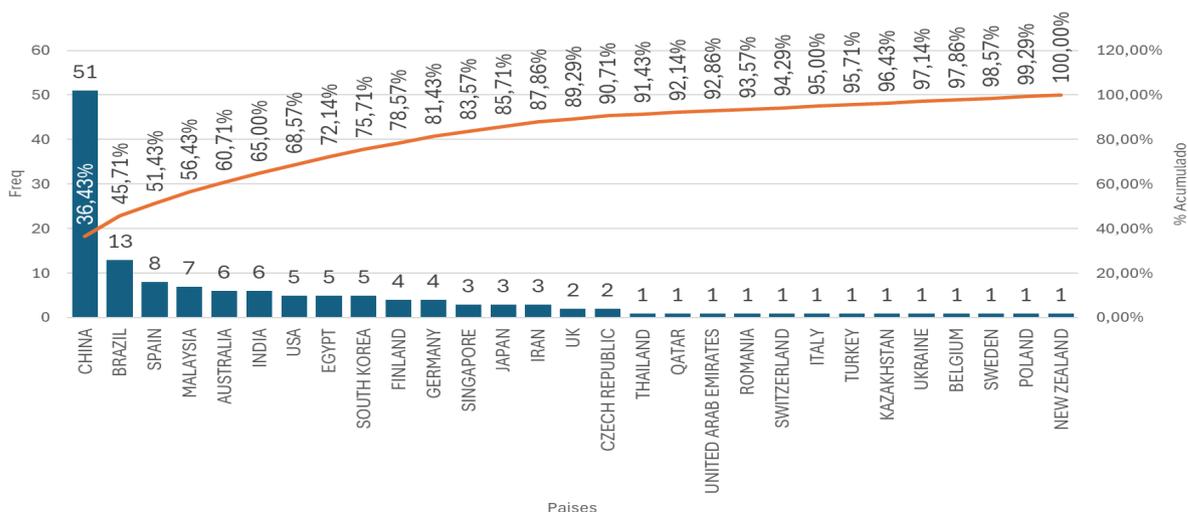
A elevada quantidade de publicações científicas originárias da China e do Brasil pode ser atribuída à significativa demanda chinesa por esse produto, particularmente da produção brasileira, e ao fato de o Brasil ser reconhecido como o maior exportador global de celulose, segundo o Imprensa e Notícias (2024).

A Figura 2 apresenta os principais países que realizaram depósito de patentes relacionadas às palavras-chave pesquisadas.

O Diagrama de Pareto é uma ferramenta de qualidade essencial que permite aos usuários identificarem e classificarem os fatores mais importantes, sendo amplamente utilizado em diversos processos de produção, os quais sugerem que 80% dos resultados advêm de 20% das causas mais significativas (Alkiayat, 2021).

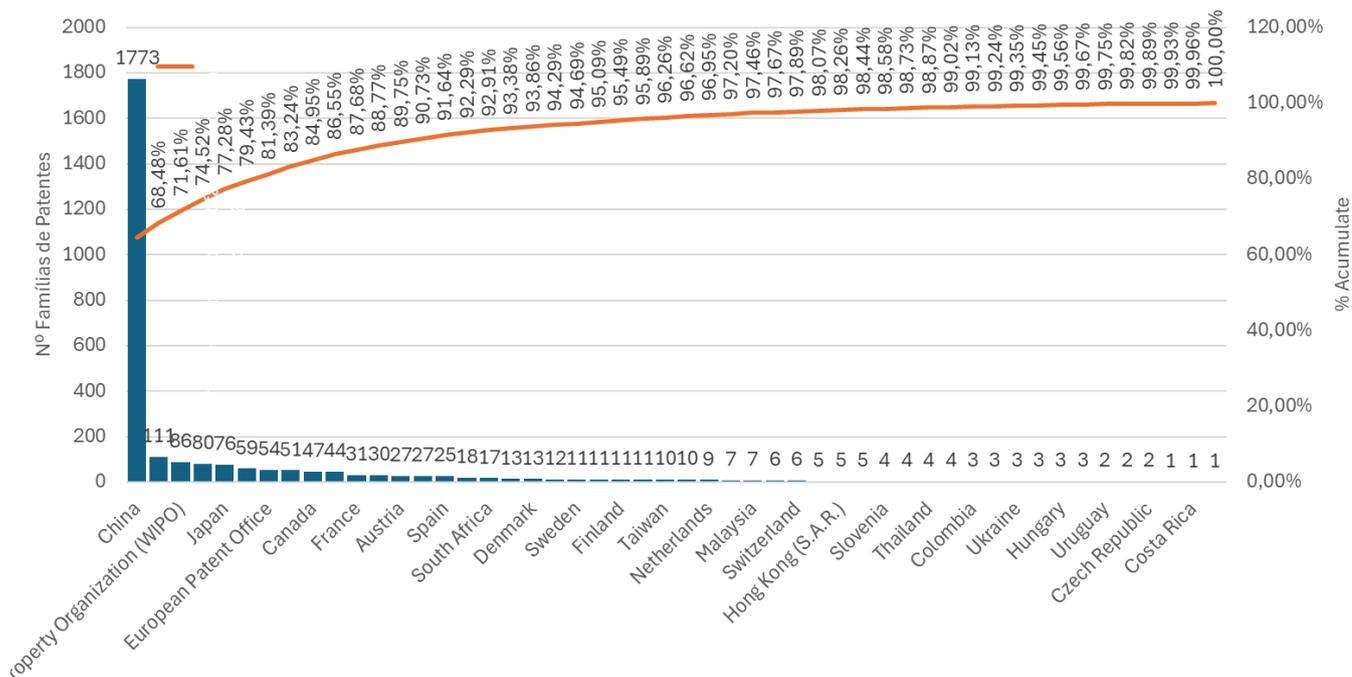
Ao analisar a tabela em forma de Pareto, observa-se que a região asiática tem o predomínio de patentes depositadas dentro dos 20% dos países que representam 80% do total que mais depositaram no mundo. Isso ocorre devido ao fato de a região possuir vastas florestas e plantações de bambu, que são fontes ricas de celulose e, até 2050, a produção de muitos produtos à base de madeira ocorrerá principalmente nesse continente, em vez de na América do Norte e Europa (Morland; Schier, 2020).

Figura 1 – Número de artigos publicados por país



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

Figura 2 – Número de famílias de patentes por país

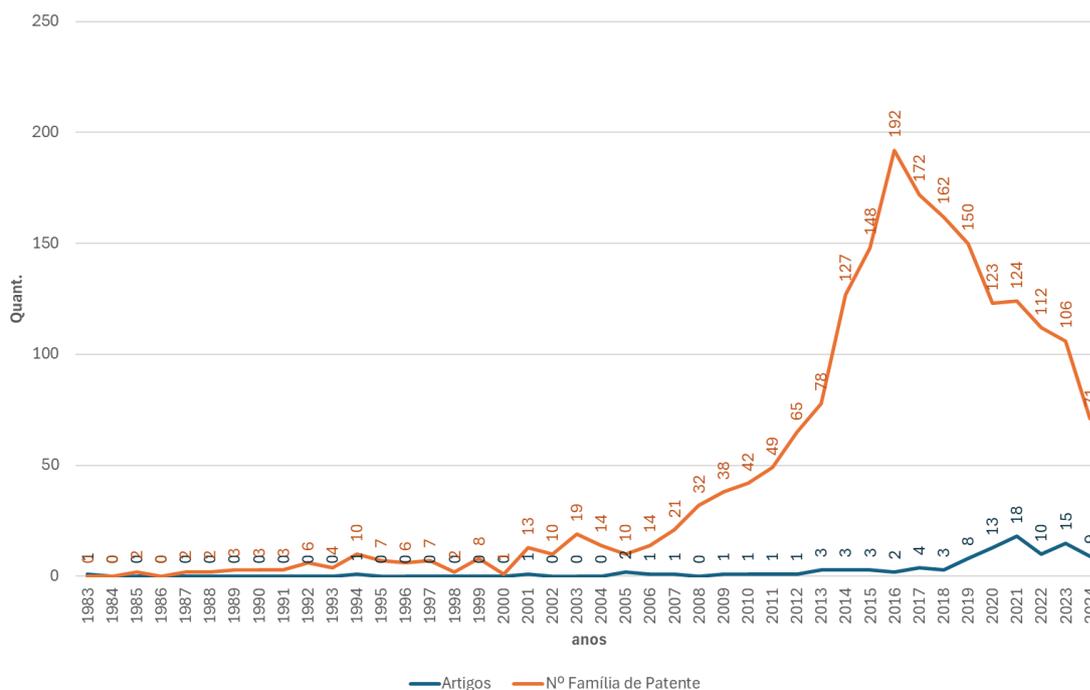


Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

A Figura 3 ilustra claramente a progressão de publicações científicas e patentárias, particularmente entre os anos de 2021 com 18 e 2023 com 15 publicações científicas. Porém, em relação ao volume de depósitos de

famílias de patentes por ano, observa-se uma crescente a partir do ano de 2006 e tendo seus picos máximos nos anos de 2016, com 192 depósitos, e de 2017, com 172.

Figura 3 – Quantidade de publicações científicas e de depósitos de famílias de patente no mundo por ano



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

Ao analisar o número total de documentos científicos por autor (Figura 4), observou-se uma distribuição equitativa, sem a predominância de um único autor. Os pesquisadores com o maior número de publicações são: Francisco Antonio Corpas-Iglesias e Juan Maria Terrones-Saeta, ambos com duas publicações na Scopus e seis na Web of Science. É notável que essas publicações foram realizadas em coautoria por ambos os pesquisadores. Corpas-Iglesias e Terrones-Saeta atuam na Universidade de Jaén, na Espanha. O primeiro é associado ao Departamento de Engenharia Química, Ambiental e de Materiais o segundo também está vinculado à Universidade de Jaén, onde desenvolveu sua tese de doutorado sobre misturas betuminosas para a conservação de estradas utilizando escórias de aciaria. A Figura 4 destaca os dez autores mais proeminentes no tema em questão.

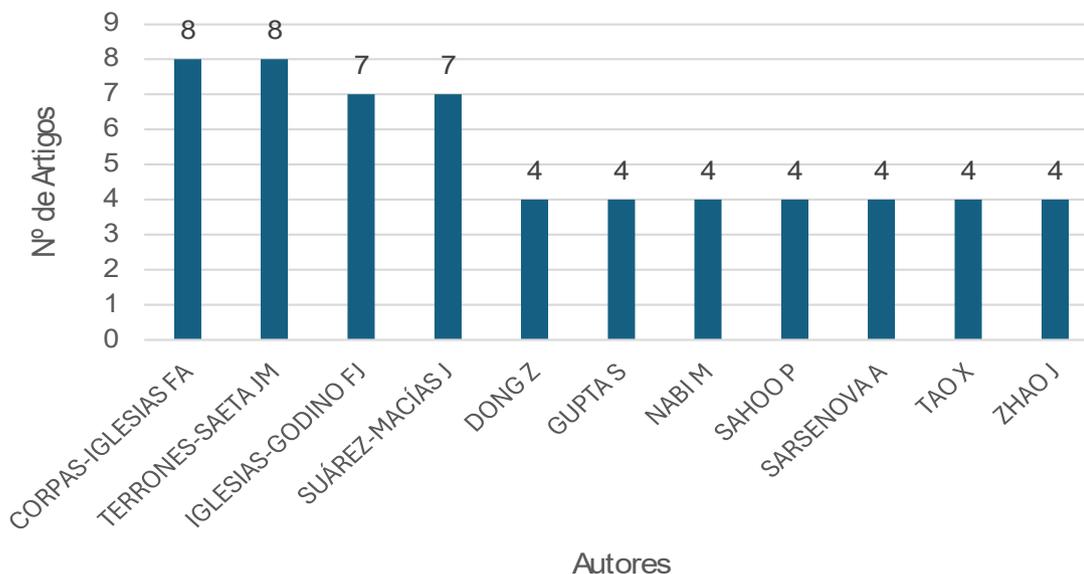
Em relação à quantidade de depósitos de patentes por inventor (Figura 5), observa-se que não há correlação com os autores dos artigos publicados. Entre os inventores, destacam-se 30 depósitos com solicitação de sigilo de identidade, seguidos por Ma Hongzhang e Zhu Anhui, cada um com 15 depósitos. Ma Hongzhang (IEE Xplore, 2024) e Zhu Anhui (Royal Society of Chemistry, 2020) atuam no Instituto de Processos Bioquímicos da Academia Chinesa

de Ciências e são conhecidos por seus trabalhos nas áreas de biotecnologia e engenharia bioquímica.

Para Katz e Martin (1997), colaboradores são definidos como indivíduos que trabalham em conjunto ao longo de um projeto ou durante uma parte significativa dele. São pesquisadores que contribuem frequentemente e de maneira substancial para os estudos e cujos nomes ou cargos aparecem no projeto de pesquisa original. Assim, a Figura 6 ilustra a rede de colaboração entre autores com base no número de publicações identificadas na pesquisa. O propósito dessa ilustração é examinar os padrões e as conexões existentes em uma área específica de estudo. As redes apresentadas neste estudo foram criadas por meio do *software* Gephi, no qual é possível observar uma distribuição dispersa e as interações limitadas entre os autores mencionados. O grau de entrada varia entre 1 e 5, e o grau de entrada ponderada varia de 2 a 7.

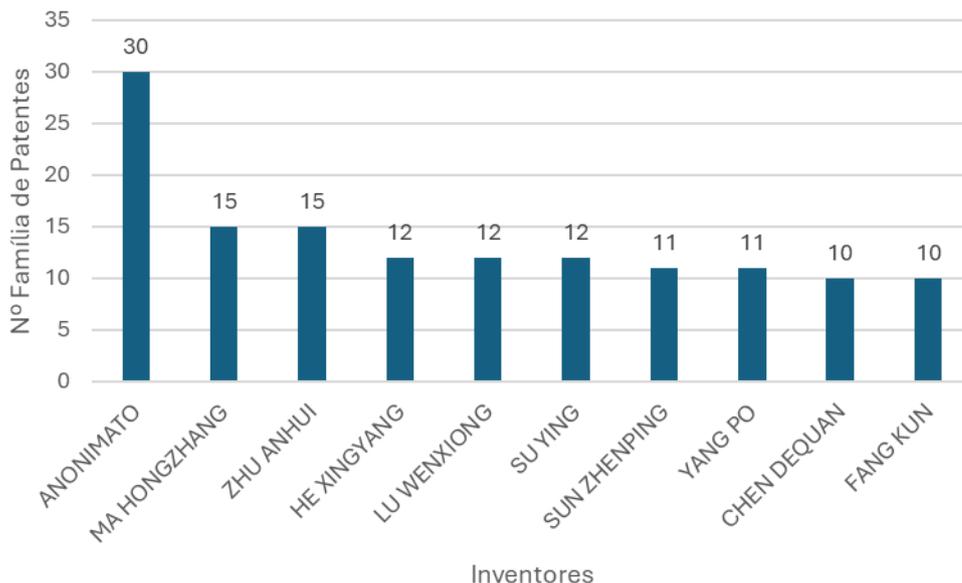
Na Figura 6, é exibida a interação dos autores que contemplem pelo menos uma colaboração entre eles. Do ponto de vista dos resultados, destacam-se os autores Li, Wang e Wang, com interação de seis autores cada, um total de 150 conexões.

Figura 4 – Quantidade de publicações por autor no mundo (Top 10)



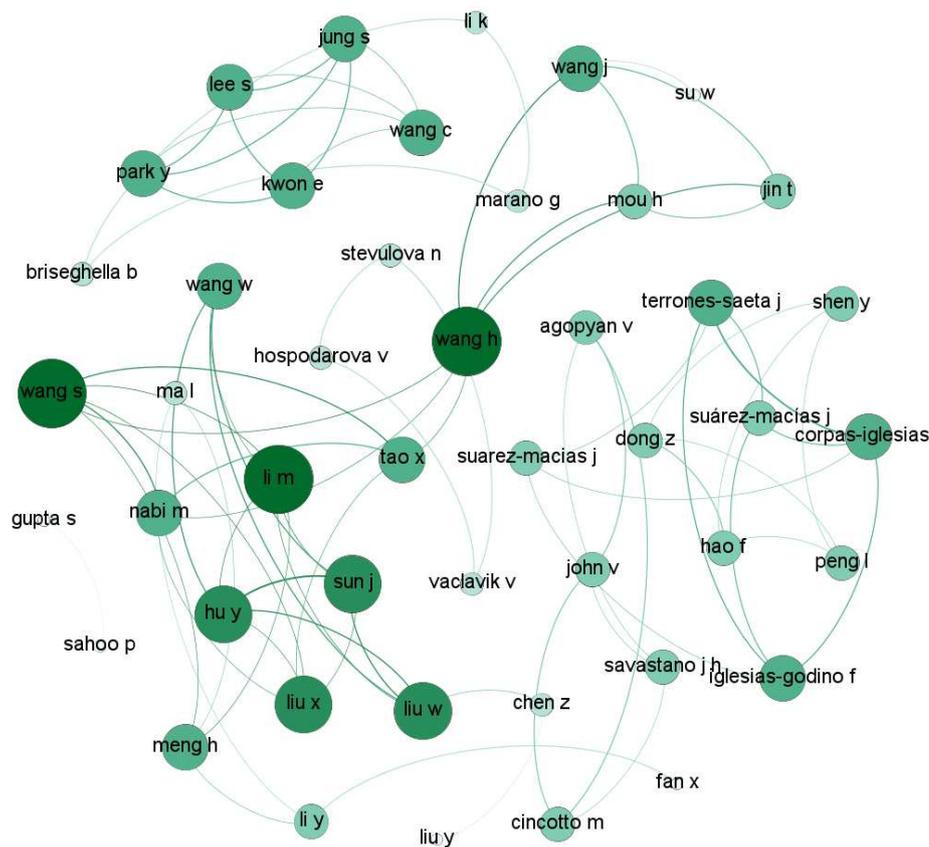
Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

Figura 5 – Quantidade de depósitos de patentes por inventor (Top 10)



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

Figura 6 – Rede de cooperação entre autores



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

O pesquisador Mingkui Li (Google Scholar, 2024) atua na Universidade Oceânica da China, na Faculdade de Ciências Oceânicas e Atmosféricas, em Qingdao. Ele se especializa em processos dinâmicos oceânicos e interações ar-mar, além de trabalhar com modelos numéricos de clima acoplados e com visualização de dados científicos. O artigo mais citado relacionado ao autor é intitulado “*Ocean barrier layers’ effect on tropical cyclone intensification*”, com 230 citações.

De maneira semelhante, Haoxi Wang (2024) atua na Universidade Politécnica do Noroeste, na Escola de Química e Engenharia Química, em Xi’an. Ele se dedica à pesquisa em engenharia química, com foco em processos sustentáveis e inovação tecnológica. O artigo mais citado relacionado ao autor é intitulado “*A new high sensitivity far-infrared laser interferometer for the HL-2A tokamak*”, com 38 citações.

Por outro lado, Sheng Wang (2024) é professor na Universidade Xi’an Jiaotong, na Escola de Energia e Engenharia de Energia, em Xi’an, Shaanxi. Seus interesses de pesquisa incluem sistemas de energia renovável e eficiência energética. O artigo mais citado relacionado ao autor é intitulado “*Review of catalytic supercritical water gasification for hydrogen production from biomass*”, com 418 citações.

Para verificar se as parcerias estabelecidas durante a criação das patentes se repetem, foram realizadas análises de correlação. A Figura 7 ilustra as interações entre os inventores que atuam na área temática analisada. Observa-se que os inventores Zhu Anhui e Ma Hongzhang trabalharam juntos em vários projetos, especialmente focados em sensoriamento remoto de umidade do solo e tecnologia de aplicação de dados de sensoriamento remoto. Zhu Anhui é professor na Universidade de Anhui, e Ma Hongzhang é professor associado na China University of Petroleum, ambos na China. Com relação ao resultado encontrado na pesquisa, ambos possuem parceria em 15 invenções. He Xinyang e Lu Wenxiong possuem 12 invenções cada um. No entanto, o que diferencia He Xinyang de Lu Wenxiong é o número de coinvenções: 11 e nove, respectivamente. Todas as invenções estão voltadas para o setor da construção civil. He Xinyang é professor e orientador de doutorado na Universidade de Tecnologia de Hubei, em Wuhan, China, e diretor do Centro de Pesquisa em Tecnologia de Engenharia

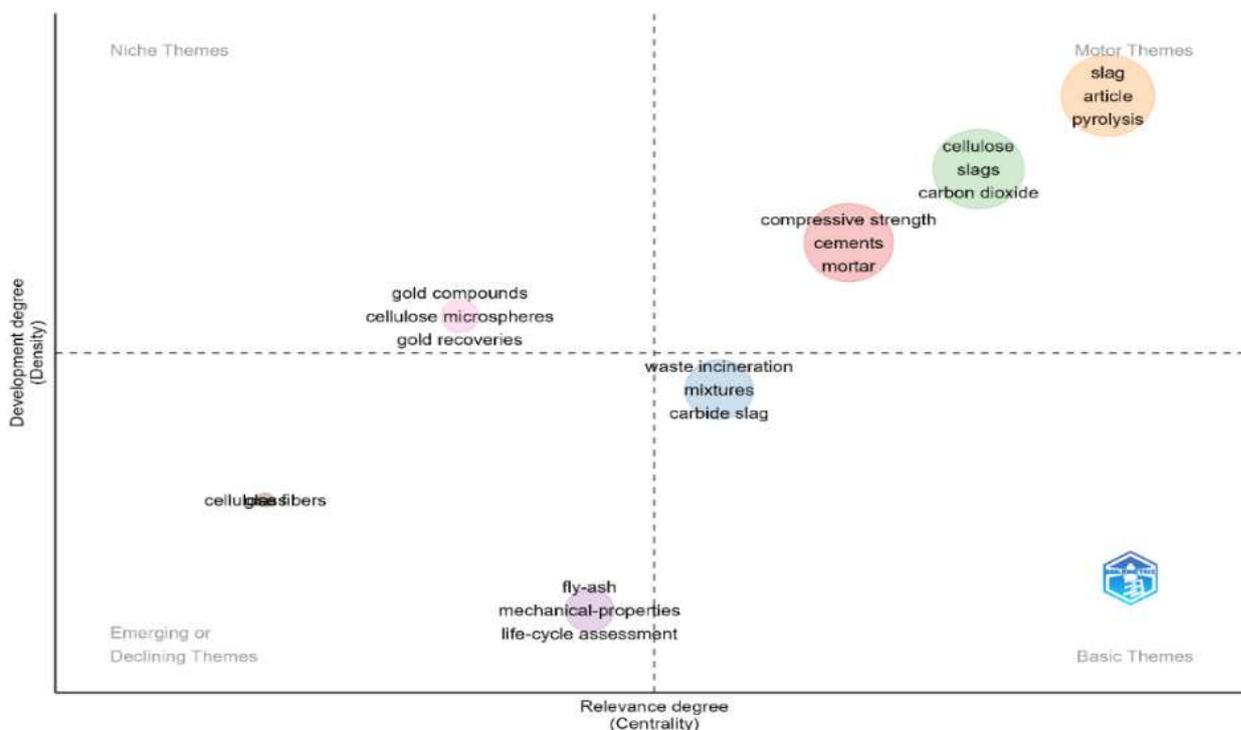
de Impermeabilização de Edifícios (Xingyang, 2024). Por outro lado, Lu Wenxiong é professor titular de Química de Materiais na City University of Hong Kong, especializado na síntese de materiais nanoestruturados para aplicações energéticas, incluindo baterias, eletrocatalise e fotocatalise (Lou, 2023).

Na Figura 7, é possível constatar a rede cooperação entre os inventores.

A nuvem de palavras é gerada a partir de um conjunto de palavras-chave ou termos encontrados em um texto ou conjunto de documentos. Essa nuvem exibe visualmente as palavras mais frequentes, com tamanhos proporcionais à sua ocorrência, geralmente destacando os termos mais relevantes (Dicle; Research; Mandeville, 2018). A Figura 8 apresenta a nuvem de palavras resultante da análise bibliométrica e patentária. Destacam-se as palavras “*slags*”, “*Raw Material*” e “*fly Ash*”, com 916, 890 e 551 registros, respectivamente. Essas palavras estão principalmente associadas às áreas de engenharia de materiais e ciências ambientais. “*Slag*” refere-se ao subproduto da fundição de metais, estudado para reciclagem e reutilização na construção civil (Piatak; Etler, 2021). “*Raw material*” envolve a pesquisa de materiais básicos usados na produção de bens, abrangendo estudos em química e sustentabilidade (Vollprecht; Daniel, 2023). “*Fly ash*” é um subproduto da queima de carvão, analisado para uso em concreto e mitigação de impactos ambientais (Holappa; Kaçar, 2016).

A Figura 9 mostra o mapa temático bibliográfico que tem a função de apontar os temas típicos de um domínio com base nas redes de coocorrência de palavras-chave para descrever o que a ciência diz em um campo, temas-chave e temas-padrão (Farooq, 2024). Os temas localizados no primeiro quadrante superior são os temas de nicho, com baixa densidade e alta centralidade. No segundo quadrante superior, pode-se ver a alta centralidade e densidade, que estão bem desenvolvidas e são significativas para o campo de pesquisa. Os temas no primeiro quadrante inferior são emergentes ou estão em declínio, apresentando baixa densidade e baixa centralidade. Por fim, os temas no segundo quadrante inferior são considerados básicos, com alta centralidade e baixa densidade.

Figura 9 – Mapa temático bibliográfico



Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2024)

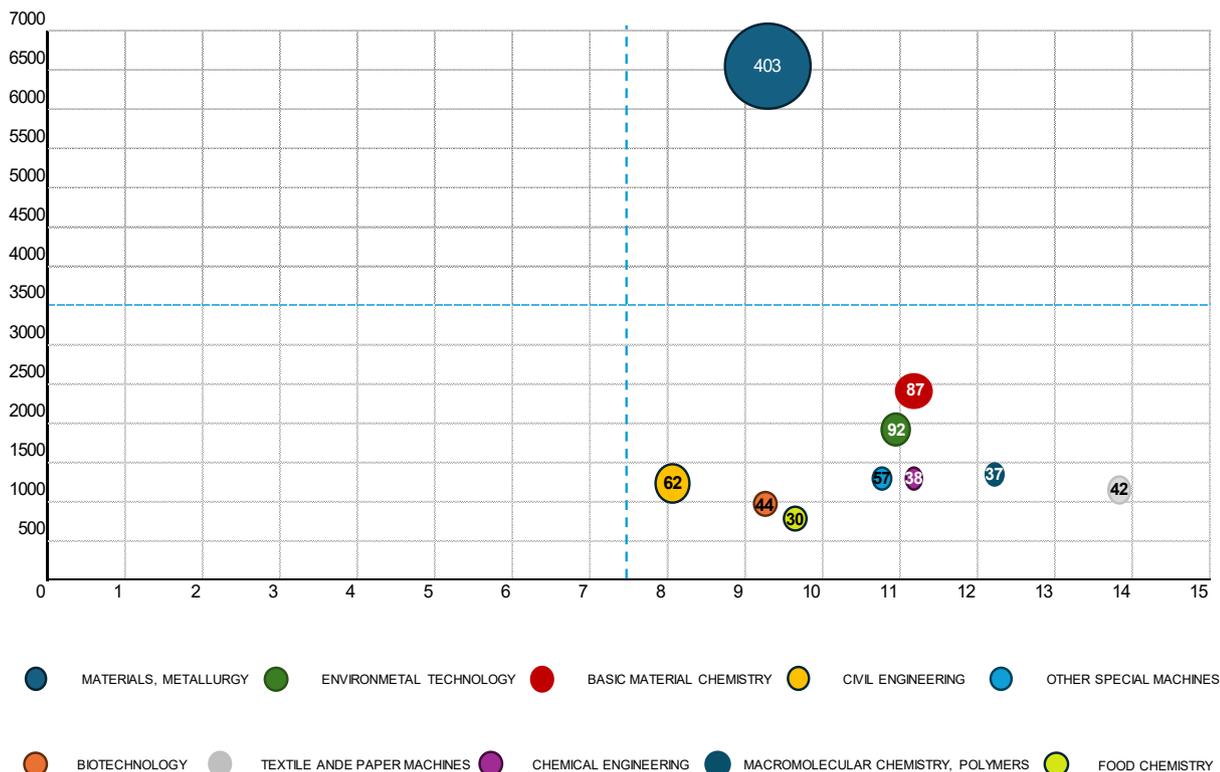
As principais palavras-chave são: “Slag”, “Article” e “pyrolysis”, que possuem alto grau de desenvolvimento e de relevância devido às palavras-chave pesquisadas. As palavras-chave “cellulose fibers” (2) são temas emergentes, de baixa relevância e atuação nas áreas física, química e mecânica dos materiais. Os dados indicam que a palavra-chave “slag” (20) está relacionada às áreas de construção civil, especialmente no desenvolvimento de novos compostos de cimento, e à área de gestão ambiental, com foco na descontaminação de afluentes. Os autores mais citados nesse contexto são Hashim Ma e Vahan Agopyan. O primeiro é pesquisador associado ao National Water Research Center (NWRC) no Egito, com várias publicações em áreas como qualidade da água subterrânea, diagnóstico de falhas em motores de combustão e bombas centrífugas, e uso de algoritmos de aprendizado de máquina para prever a qualidade da água para irrigação (Google Scholar, 2009). Vahan Agopyan é engenheiro civil brasileiro e professor titular de materiais e componentes de construção civil na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP). Ele também atua como conselheiro em várias instituições, incluindo o Instituto de Engenharia (IE), o Instituto Mauá de Tecnologia (IMT) e o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS) (Regina, 2013). Destaca-se que a palavra-chave de menor grau de relevância, “cellulose fibers” (2), possui o pesquisador Jm. Juan María Terrones-Saeta, que atua como professor substituto interino no

Departamento de Engenharia de Minas, Mecânica e Energética da Universidade de Huelva, na Espanha. Ele tem várias publicações em áreas como geopolímeros, materiais cerâmicos e reutilização de resíduos industriais (Orcid, 2024).

O mapa temático patentário estuda indicadores patentários para identificar atividades de inovação e tecnologia, permitindo conhecer a atividade tecnológica, refletir sobre tendências de mudanças técnicas, avaliar resultados de investimentos em P&D e determinar o grau de inovação tecnológica de uma região, área ou instituição (Menezes; Santos; Bortoli, 2016).

A Figura 10 revela uma concentração de atividade na área de metalurgia de materiais, com 1.108 famílias de patentes identificadas. Destas, 403 famílias de patentes foram concedidas, apresentando uma idade média de nove anos, o que sugere um ciclo de inovação ativo e relativamente recente nesse campo específico. Em contraste, outras áreas, apesar de terem menos famílias de patentes, mostram uma maturidade maior, com uma idade média superior a 10 anos. Isso pode indicar que essas outras áreas são menos exploradas ou que a inovação nelas ocorre em um ritmo mais lento. Essa análise pode ser útil para direcionar esforços de pesquisa e desenvolvimento, bem como para estratégias de investimento em tecnologia e inovação.

Figura 10 – Mapa temático patentário



Fonte: Adaptada de Orbit Questel (2024)

4 Considerações Finais

Este estudo investigou novas abordagens para a reutilização da fibra de celulose em combinação com compostos asfálticos, ressaltando a importância da prospecção tecnológica na produção de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I). A análise revelou que a China lidera as publicações científicas nessa área, seguida pelo Brasil e Espanha, o que reflete a crescente demanda chinesa e a posição do Brasil como principal exportador mundial de celulose.

Ao analisar os resultados encontrados, percebe-se que o estudo bibliométrico e patentário tem sido procurado de forma significativa, sobretudo com a disponibilização de publicações via *web* e o acesso das universidades ao disponibilizar gratuitamente aos seus discentes o acesso às diversas bases de dados científicos e patentários (Thelwall, 2008).

A aplicação do Diagrama de Pareto evidenciou que a região asiática é predominante nos depósitos de patentes, atribuída à abundância de florestas e plantações de bambu, além de uma previsão de aumento na produção de produtos à base de madeira até 2050. A análise temporal mostrou um

crescimento significativo nas publicações científicas e nos depósitos de patentes, com picos em 2016 e 2017.

A distribuição de publicações por autor foi equilibrada, sem a predominância de um único pesquisador, enquanto os depósitos de patentes por inventor não apresentaram similaridade com os autores dos artigos. As redes de colaboração entre autores e inventores destacaram interações limitadas, mas significativas, especialmente nas áreas de física, química e mecânica/metalurgia de materiais.

Quanto aos estudos mais relevantes sobre resíduos de celulose associados à escória, destacam-se os artigos de Terrones-Saeta *et al.* (2020, 2021b, 2021c), que exploram a viabilidade de incorporar esses resíduos em diferentes aplicações. Além disso, o estudo de Wong, Mohd Hasan e Peng (2022) aborda especificamente o uso de resíduos de celulose como componente de associação para fabricação de asfalto betuminoso, evidenciando sua viabilidade e benefícios ambientais.

Em síntese, este estudo oferece uma compreensão aprofundada das tendências tecnológicas e da inovação na reutilização da fibra de celulose, fornecendo *insights* valiosos para futuras pesquisas e políticas de CT&I.

5 Perspectivas Futuras

Embora ainda seja prematuro afirmar que haverá um aumento significativo nos estudos voltados para o desenvolvimento de novas tecnologias para o uso de resíduos de celulose como escórias asfálticas, este estudo pode representar um marco pioneiro nessa área. A inovação e a exploração de novas aplicações para resíduos de celulose possuem o potencial de transformar a indústria, promovendo a sustentabilidade e a eficiência no uso de recursos. A continuidade das pesquisas e o incentivo a novos estudos serão essenciais para consolidar essa tecnologia emergente e ampliar suas aplicações práticas, contribuindo para um futuro mais sustentável.

Referências

- ALKIAYAT, M. A Practical Guide to Creating a Pareto Chart as a Quality Improvement Tool. **Global Journal on Quality and Safety in Healthcare**, [s.l.], v. 4, n. 2, p. 83-84, 1º maio 2021.
- ARIA, M.; CUCCURULLO, C. Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. **Journal of Informetrics**, [s.l.], v. 11, n. 4, p. 959-975, 1º nov. 2017.
- CUI, W.; LI, L.; CHEN, G. Market-value oriented or technology-value oriented? Location impacts of industry-university-research (IUR) cooperation bases on innovation performance. **Technology in Society**, [s.l.], v. 70, 1º ago. 2022.
- DICLE, M. F.; RESEARCH, B. D.; MANDEVILLE, T. A. **Content analysis: Frequency distribution of words**The Stata Journal. [2018]. Disponível em: <http://www.cnn.com>. Acesso em: 16 set. 2024.
- FAROOQ, R. Knowledge management and performance: a bibliometric analysis based on Scopus and WOS data (1988-2021). **Journal of Knowledge Management Emerald Publishing**, [s.l.], 24 jul. 2023.
- FAROOQ, R. A review of knowledge management research in the past three decades: a bibliometric analysis. **VINE Journal of Information and Knowledge Management Systems**, [s.l.], v. 54, n. 2, p. 339-378, 19 jan. 2024.
- GOOGLE SCHOLAR. **M. A. Hashim**. [2009]. Disponível em: <https://scholar.google.com/citations?user=HMwH2mgAAAAJ>. Acesso em: 17 set. 2024.
- ROYAL SOCIETY OF CHEMISTRY. **Hannah, K.** [2020]. Disponível em: https://blogs.rsc.org/nr/2020/09/08/professor-manzhou-zhu-joins-the-associate-editor-team/?doing_wp_cron=1726612178.5341289043426513671875. Acesso em: 16 set. 2024.
- HOLAPPA, L.; KAÇAR, Y. Slag Formation – Thermodynamic and Kinetic Aspects and Mechanisms. In: **Advances in Molten Slags, Fluxes, and Salts. In: PROCEEDINGS OF THE 10TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON MOLTEN SLAGS, FLUXES AND SALTS**. Cham: Springer International Publishing, 2016. p. 1017-1024. **Anais [...]**. Cham, 2016.
- HUBBE, M. A. *et al.* Analytical Staining of Cellulosic Materials: A Review. **BioResources**, [s.l.], v. 14, n. 3, p. 7.387-7.464, 2019.
- IEEE XPLORE. **Hongzhang Ma**. [2024]. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/author/37089778354>. Acesso em: 18 set. 2024.
- IMPrensa e Notícias. **Exportação de celulose brasileira para a China cresce mais e bate recorde em 2023**. Em 13 de março de 2024. Disponível em: <https://iba.org/exportacao-de-celulose-brasileira-para-a-china-cresce-mais-e-bate-recorde-em-2023>. Acesso em: 24 jul. 2024.
- KATZ, J. S.; MARTIN, B. R. What is research collaboration? **Research Policy**, [s.l.], v. 26, n. 1, p. 1-18, 1997.
- KIM, S. Y.; LEE, H. J. The effect of patent acquisition on subsequent patenting activity. **World Patent Information**, [s.l.], v. 59, 1 dez. 2019.
- KRYMSKAYA, A. S. The Bibliometrics of Bibliometrics as a New Area of Research. **Scientific and Technical Information Processing**, [s.l.], v. 50, n. 4, p. 286-291, 1º dez. 2023.
- LOU, David X. **City University of Hong Kong**. [2023]. Disponível em: <https://www.cityu.edu.hk/chem/people/academic-staff/davidlou>. Acesso em: 16 set. 2024.
- MACHADO, B. A. S. *et al.* Tendências tecnológicas de embalagens biodegradáveis através da prospecção em documentos de patentes. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 5, n. 3, p. 132-140, 30 set. 2012.
- MENEZES, C.; SANTOS, S.; BORTOLI, R. Mapeamento de Tecnologias Ambientais: Um Estudo sobre Patentes Verdes no Brasil. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, [s.l.], v. 5, n. 1, p. 110-127, 1º abr. 2016.
- MINGHUI, Li. **Google Scholar**. [2024]. Disponível em: <https://scholar.google.com/citations?user=A7hCLHXBkacC>. Acesso em: 18 set. 2024.
- MORAL-MUÑOZ, José A. *et al.* Software tools for conducting bibliometric analysis in science: An up-to-date review. **El profesional de la información**, [s.l.], v. 29, n. 1, 2020.

MORLAND, C.; SCHIER, F. Modelling bioeconomy scenario pathways for the forest products markets with emerging lignocellulosic products. **Sustainability**, Switzerland, v. 12, n. 24, p. 1-15, 2 dez. 2020.

ORBIT QUESTEL. **Página de busca**. 2024. Disponível em: <https://www.orbit.com/>. Acesso em: 17 set. 2024.

ORCID. **Terrones-Saeta, Juan-Maria**. [2024]. Disponível em: <https://orcid.org/0000-0002-8665-2549>. Acesso em: 17 set. 2024.

PIATAK, Nadine M.; ETTLER, Vojtech. Introduction: Metallurgical slags – Environmental liability or valuable resource? In: PIATAK, Nadine M.; ETTLER, Vojtech (ed.). **Metallurgical slags: Environmental geochemistry and resource potential**. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 2021. p. 1-13.

QUINTELLA, C. M. *et al.* Technology assessment as a tool applied in science and technology to achieve innovation: Optical methods for fuels quality assessment. **Revista Virtual de Química**, [s.l.], v. 3, n. 5, p. 406-415, 2011.

REGINA, C. **Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo**. [2013]. Disponível em: <http://www.ica.usp.br/pessoas/pasta-pessoav/vahan-agopyan>. Acesso em: 17 set. 2024.

SANTANA, M. C. C. B. de *et al.* Processo de remoção de metais pesados derivados de mandioca por meio da utilização de quitosana. **Cadernos de Prospecção**, [s.l.], v. 6, n. 4, p. 543-552, 30 dez. 2013.

TEECE, D. J. *et al.* Understanding corporate coherence: Theory and evidence. **Journal of Economic Behavior and Organization**, [s.l.], v. 23, p. 1-30, 1994.

TERRONES-SAETA, J. M. *et al.* Development of Porous Asphalt with Bitumen Emulsion, Electric arc Furnace Slag and Cellulose Fibers for Medium Traffic Roads. **Minerals**, [s.l.], v. 10, n. 10, p. 872, 1º out. 2020.

TERRONES-SAETA, J. M. *et al.* Development of high resistance hot mix asphalt with electric arc furnace slag, ladle furnace slag, and cellulose fibers from the papermaking industry. **Applied Sciences**, Switzerland, v. 11, n. 1, p. 1-23, 1º jan. 2021a.

TERRONES-SAETA, J. M. *et al.* Development of Geopolymers as Substitutes for Traditional Ceramics for Bricks with Chamotte and Biomass Bottom Ash. **Materials**, [s.l.], v. 14, n. 1, p. 199, 4 jan. 2021b.

TERRONES-SAETA, J. M. *et al.* Determination of the Chemical, Physical and Mechanical Characteristics of Electric Arc Furnace Slags and Environmental Evaluation of the Process for Their Utilization as an Aggregate in Bituminous Mixtures. **Materials**, [s.l.], v. 14, n. 4, p. 782, 7 fev. 2021c.

THELWALL, M. Bibliometrics to webometrics. **Journal of Information Science**, [s.l.], v. 34, n. 4, p. 605-621, ago. 2008.

VOLLPRECHT, D. Mineralogy of Metallurgical Slags. In: TRIBAUDINO, M.; VOLLPRECHT, D.; PAVESE, A. (ed.). **Minerals and Waste**. Springer, Cham: Earth and Environmental Sciences Library, 2023.

WANG, H. **Clarivate Access**. [2024]. Disponível em: <https://www-webofscience-com.ez10.periodicos.capes.gov.br/wos/author/record/5880943>. Acesso em: 18 set. 2024a.

WANG, S. **Researchgate**. [2024]. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Sheng-Wang-27>. Acesso em: 30 out. 2024.

WONG, T. L. X.; MOHD HASAN, M. R.; PENG, L. C. Recent development, utilization, treatment and performance of solid wastes additives in asphaltic concrete worldwide: A review. **Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition)KeAi Communications Co.**, [s.l.], v. 1 out. 2022.

XINGYANG, He. **Hubei University of Technology**. [2024]. Disponível em: <https://sie.hbut.edu.cn/info/1283/2729.htm>. Acesso em: 16 set. 2024.

Sobre os Autores

Carlos Augusto Francisco de Jesus Ribeiro

E-mail: carlosinovacao@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9180-8595>

Pós-graduado em Planejamento e Gestão da Inovação pela Universidade Federal da Bahia.

Endereço profissional: Rua Alfa, n. 1.033, AIN, Complexo Industrial de Camaçari, Camaçari, BA. CEP: 42816-100.

Cristina M. Quintella

E-mail: cris5000tina@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3827-7625>

Pós-Doutora pelo Instituto Superior de Economia e Gestão da Universidade de Lisboa, Portugal, e em Ciências Sociais Aplicadas em 2020.

Endereço profissional: Universidade Federal da Bahia, Instituto de Química, Departamento de Química Geral e Inorgânica, Câmpus de Ondina, Ondina, Salvador, BA. CEP: 40170-290.