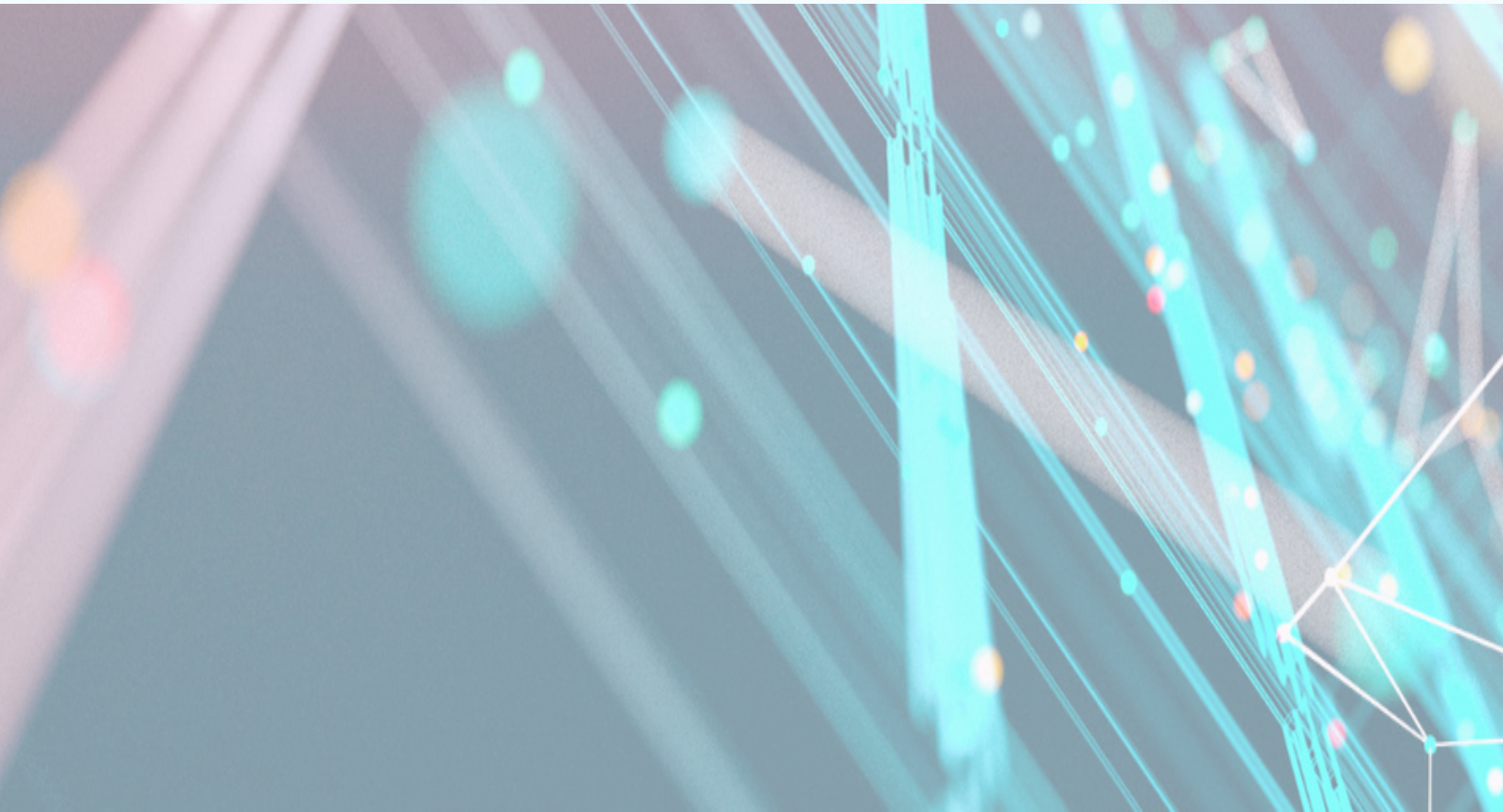
Artigos Originais



ISSN 2527-2675 https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2025.v28i2.2245

REBRAM
REVISTA BRASILEIRA MULTIDISCIPLINAR

Monitoramento científico e patentário de processos biotecnólgicos da cevada para o desenvolvimento de bioprodutos antioxidantes

Robson Almeida Silva*; Ester Cardoso Ribeiro**; Fabiany Cruz Gonzaga**; Miriam Santos Pachêco de Lima**

*Universidade Federal da Bahia -UFBA, Brasil.
**Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia -UESB, Brasil.

*Autor para correspondência e-mail: robsonalmeida@ufba.br

Palavras-chave
Patentes
Fermentação
Cerveja
Estresse Oxidativo

Keywords
Patents
Fermentation
Beer
Oxidative Stress

Resumo: O potencial da cevada fermentada na produção de antioxidantes, como compostos fenólicos, carotenoides e outros polifenóis, apresenta benefícios para a saúde humana, dada sua capacidade de mitigar o estresse oxidativo, associado a diversas doenças crônicas, como câncer, doenças cardiovasculares, neurodegenerativas e outras relacionadas ao envelhecimento. Este estudo examina a capacidade da cevada fermentada por processos biotecnológicos de potencializar bioprodutos antioxidantes e apresenta dados de estudos tecnológicos prospectivos. Utilizando palavras-chave, realizou-se um monitoramento de patentes e artigos nos portais do Spacenet e em diversas bases de dados (Sciencedirect, Pubmed, Science.gov, Scopus e Nature). Prospectou-se uma análise bibliométrica das coocorrências dos processos biotecnológicos da cevada relacionados ao combate ao estresse oxidativo utilizando o *software* VOSViewer. Com base em dados de patentes e artigos, destaca-se avanços desde 2010, especialmente no combate ao estresse oxidativo, revelando progresso em tecnologias, métodos analíticos e síntese de compostos bioativos. A interseção entre ciência e tecnologia sublinha a importância de abordagens multidisciplinares. A prospecção tecnológica evidenciou a liderança de países como China, Estados Unidos e Japão, com contribuições significativas de interesse comercial e patentes nos setores de agroquímica, ciência de alimentos e indústria farmacêutica. Portanto, este estudo enfatizou a gamificação das inovações globais com o crescente potencial dos processos biotecnológicos da cevada, refletindo uma trajetória na vanguarda da inovação global.

Scientific and patent monitoring of barley biotechnological processes for the development of antioxidant bioproducts

Abstract: The potential of fermented barley in the production of antioxidants, such as phenolic compounds, carotenoids, and other polyphenols, presents benefits for human health, given its capacity to mitigate oxidative stress associated with various chronic diseases such as cancer, cardiovascular diseases, neurodegenerative diseases, and others related to aging. This study examines the capacity of barley fermented through biotechnological processes to enhance antioxidant bioproducts and presents data from prospective technological studies. Using keywords, a monitoring of patents and articles was conducted on the Spacenet portals and various databases (Sciencedirect, Pubmed, Science.gov, Scopus, and Nature). A bibliometric analysis of the co-occurrences of biotechnological processes of barley related to combating oxidative stress was performed using the VOSViewer software. Based on patent and article data, advances since 2010 are highlighted, especially in combating oxidative stress, revealing progress in technologies, analytical methods, and synthesis of bioactive compounds. The intersection between science and technology underscores the importance of multidisciplinary approaches. Technological prospecting highlighted the leadership of countries such as China, the USA, and Japan, with significant contributions of commercial interest and patents in the agrochemical, food science, and pharmaceutical industries. Therefore, this study emphasized the gamification of global innovations with the growing potential of barley biotechnological processes, reflecting a trajectory at the forefront of global innovation.

Recebido em: 05/2024
Aprovação final em: 08/2024

Introdução

A cevada (*Hordeum vulgare* L.), pertencente à família das gramíneas (Poaceae), é um dos cereais mais antigos e importantes do mundo, amplamente cultivado devido às suas múltiplas aplicações na alimentação e na indústria. No Brasil, sua distribuição é predominante na região Sul, onde o clima propício favorece o seu cultivo (GARAGORRY *et al.,* 2023). A espécie apresenta um perfil nutricional e bioquímico que a torna uma matéria-prima versátil para a biotecnologia. Entre suas propriedades químicas destacam-se os ácidos fenólicos, tais como o ácido ferúlico e o ácido cafeico, que possuem atividades biológicas de relevo na indústria de processos bioquímicos (WIJEKOON, *et al.,* 2022; DRAWBRIDGE; APEA-BAH; BETA, 2023).

Biologicamente, a *H. vulgare* contém proteínas como a hordeína, que possui potencial para a fabricação de bioplásticos e outros biopolímeros (BOSE *et al.,* 2020). As fibras presentes na cevada, particularmente as beta-glucanas, possuem uma capacidade única de formar soluções viscosas, o que as torna úteis não só na promoção da saúde digestiva, mas também na modulação da resposta glicêmica (GOUDAR *et al.,* 2020). A cevada também contém uma série de enzimas, como as amilases e proteases, que são essenciais no processo de malteação e fermentação sendo úteis em processos biotecnológicos para a produção de bioetanol e outros biocombustíveis (RANI; BHARDWAJ, 2021).

Notavelmente, a cevada desempenha um papel crucial na fabricação de bebidas alcoólicas, especialmente na produção de cerveja. O processo de fermentação da cevada, que transforma o mosto cervejeiro em cerveja com a adição de lúpulo, constitui um campo de pesquisa de grande relevância no desenvolvimento científico e tecnológico. Isso se deve, em grande parte, ao potencial antioxidante da cevada e aos benefícios associados à saúde humana (PEREIRA *et al.,* 2020; FU *et al.,* 2023).

As características sensoriais e as propriedades antioxidantes da cevada fermentada são diretamente influenciadas pela qualidade das matérias-primas utilizadas e pelo processo de obtenção de bioprodutos, na qual engendra-se uma série de reações bioquímicas (MENDONÇA; GALTER, 2023; SHAWKY *et al.,* 2024). Os antioxidantes são substâncias que possuem a capacidade de proteger as células contra os danos causados pelos radicais livres, produzidos pelo organismo (FREITAS *et al.,* 2020; FRANCO; CHAVES, 2022). A capacidade da *H. vulgare* em produzir antioxidantes, como compostos fenólicos, carotenoides e outros polifenóis, confere benefícios potenciais para a saúde humana, dado o seu papel na mitigação do estresse oxidativo, que está intrinsecamente ligado a uma série de doenças crônicas, como câncer, doenças cardiovasculares, neurodegenerativas e outras condições relacionadas ao envelhecimento (PARDINHO *et al.,* 2020).

O estresse oxidativo é um fenômeno intrínseco que se origina da disparidade entre a produção de espécies reativas de oxigênio (EROs) e a capacidade do sistema biológico em contrabalançá-las através de mecanismos antioxidantes endógenos. Essa disparidade pode resultar em danos oxidativos às moléculas biológicas, comprometendo a qualidade do produto final (HUMIA *et al.,* 2019; SILVA *et al.,* 2022). A cevada, um dos principais componentes na fabricação da cerveja, contribui significativamente para o combate ao estresse oxidativo devido à presença de componentes glutatiônicos peroxidase, xantofilos e β-tocoferol de carotenoides (MAROK *et al.,* 2013; BONACIN; GUIMARÃES, 2022; LIMA *et al.,* 2023).

Tais metamorfoses não apenas influenciam as características organolépticas de bioprodutos oriundos da cevada, como também ostentam uma função primordial na emancipação de moléculas antioxidantes. Compostos de síntese química, como hidroxianisol butilado (BHA), terc-butilhidroquinona (TBHQ) e hidroxitolueno butilado (BHT) são amplamente utilizados na produção de alimentos para reduzir a peroxidação lipídica (PACHECO; LOBO, 2021; BREDA; BARROS; GOUVINHAS, 2022). Embora esses compostos sejam mais econômicos que os produtos naturais, eles apresentam efeitos colaterais diferentes (CHANG *et al.,* 2013; ALSOHAILI; SULAIMAN, 2021). A presença destes antioxidantes na cevada fermentada consubstancia-se como um fator de repercussões substanciais no fomento da saúde, em virtude da capacidade destes agentes em combater o estresse oxidativo, que se encontra associado a um espectro abrangente de patologias crônicas (JAIME; RAMOS; SANCHO, 2022).

A pesquisa voltada ao processo fermentativo da cevada e à sua manifesta aptidão antioxidante apresenta-se como um elemento de importância para a área comercial (MERENKOVA; FATKULLIN;

KALININA, 2022). A compreensão aprofundada dos mecanismos que desdobram a produção de antioxidantes durante o processo de fermentação da cevada permite a otimização dos métodos de produção e formulação de produtos, visando aumentar a concentração de antioxidantes desejáveis na cerveja ou em outros produtos relacionados à cevada. Isso pode conferir um diferencial de mercado significativo, uma vez que consumidores estão cada vez mais interessados em produtos que promovam a saúde e o bem-estar (CARDOSO *et al.,* 2021; SOUZA *et al.,* 2022).

A proteção da propriedade intelectual dessas descobertas por meio do depósito de patentes é essencial. Esse procedimento não só estimula a inovação e a criação de novos produtos, mas também garante a excepcionalidade na exploração dessas tecnologias (LIPPSTEIN; BOFF, 2023). Empresas e pesquisadores buscam patentear métodos, produtos ou aplicações relacionados a esses processos, garantindo assim um direito exclusivo de exploração. Isso não apenas impulsiona a inovação, mas também pode resultar em produtos exclusivos que atendem a uma demanda crescente por produtos alimentícios e bebidas funcionais, enriquecidos com antioxidantes naturais provenientes da cevada (PLÁCIDO *et al.,* 2020; MACHADO *et al.,* 2023).

A patenteação de métodos, produtos ou aplicações vinculadas ao processo fermentativo da cevada e aos seus benefícios antioxidantes outorga às empresas e pesquisadores um mecanismo de garantia dos seus investimentos e, simultaneamente, concorre para o progresso do arcabouço científico, da indústria alimentícia e de bebidas, bem como da saúde pública (SILVA *et al.,* 2022). Destarte, a investigação e a proteção destas descobertas revestem-se de substancial pertinência, tanto do ponto de vista científico quanto econômico.

Este estudo se propõe a analisar de forma quali-quantitativa os dados referentes aos estudos e identificações das potencialidades no desenvolvimento de bioprodutos antioxidantes utilizando processos biotecnológicos e fermentativos da cevada. O objetivo é investigar como esses processos podem resultar em produtos que combatam o estresse oxidativo, por meio de uma abordagem de prospecção científica e tecnológica.

Metodologia

Monitoramento Científico

Os artigos foram inicialmente pesquisados em diversos periódicos, ressaltando que foram priorizadas as plataformas mais amplamente reconhecidas e utilizadas globalmente na busca de dados científicos. Entre essas plataformas de maior acesso e depósito de artigos destacam-se ScienceDirect, Scopus, Nature, PubMed e Science.gov (STUART; PETERSEN, 2022).

Utilizou-se palavras-chave que corresponderam às atividades biológicas da cevada tais como "*antioxidant* AND *barley*" e "*Biotechnology* AND *barley*". Para uma comparação com os dados da prospecção patentária, optou-se por utilizar as informações do ScienceDirect devido à sua ênfase na diversidade e especificidade da base de dados para trabalhos científicos relacionados ao tema em questão. Além disso, essa escolha foi feita visando proporcionar uma visualização quali-quantitativa mais precisa das pesquisas publicadas e das patentes depositadas.

Para enfatizar as tendências de pesquisas que utilizam a cevada em processos biotecnológicos, decidiu-se utilizar a base de dados PubMed. Esta plataforma permite o download de informações de mais de 2000 artigos publicados em formato *.txt*, resultantes de uma busca com as mesmas palavras-chaves. A partir dessas informações, foi possível identificar correlações pertinentes aos campos de pesquisa, destacando-se a coocorrência de mais de 140 palavras-chave, as quais foram utilizadas para compor uma nuvem de citações abrangendo o período de 2010 a 2024.

Os dados obtidos foram extraídos e organizados utilizando as ferramentas do *software* VOSviewer, versão 1.6.11, que permite a construção e visualização de redes bibliográficas. Além disso, o software facilita o desdobramento de relações entre palavras-chave, citações, acoplamento bibliográfico de autorias e coautorias (SHAH *et al.,* 2020). Este método de bibliometria foi baseado em Husaeni e Nandiyanto (2022) pois destaca o uso da cienciometria de dados para discussão de revisões sistemáticas através de mecanismos tecnológicos.

Prospecção Tecnológica

O levantamento da pesquisa foi realizado ao longo do ano de 2023 e atualizado em março de 2024. Para nortear o estudo prospectivo patentário, o desenvolver metodológico deste levantamento de dados, a princípio, definiu-se um escopo de trabalho, fazendo-se identificar quais códigos do banco mundial – sob a EPO – *European Patent Office* - de depósitos de patentes gerariam uma agregação de patentes e informações em quantidade e qualidade acessível conveniente de recopilar dados informativos sob a investigação de tecnologias e avanços existentes perante a problemática em questão. Para o direcionamento dos resultados, fez-se uma combinação de dados no intuito de encontrar patentes – relativamente em torno de 200 a 350 patentes além de analisar o nome atribuído aos códigos para realizar a investigação, usando-se a palavra-chave "*Antioxidant*".

Dessa forma, na seleção de busca avançada, para ser realizado esse estudo prospectivo, foi colocado o título de busca, "*Antioxidant*", e no sistema de classificação de patentes cooperativas (CPC) o código "*C12C11/00*" que designifica os "*processos biotecnológicos e fermentação para cerveja".* Essa busca resultou em um total de 200 patentes para serem estudadas e avaliadas para as quais, empregou-se ainda como critério de inclusão patentes geradas a partir do ano de 2010 correspondentes ao foco da análise.

Outrossim, fez-se o passo de constatar o *download* – que pode ser realizado na opção de sistema "XLS" no EPO – dos documentos de patentes assim identificados e disponibilizados pelo portal do Espacenet (https://worldwide.espacenet.com). Logo, pode-se realizar uma observação dos resultados com organização das informações e prestação analítica dos dados representativos que foram esquematizados no *software* da *Microsoft Excel®*. Nos resultados gerados, foram selecionadas as colunas *"title"* que corresponde a aplicação tecnológica, *"aplicantts"* com as empresas, *"aplication number"* demonstrando os países e *"date of aplication"* com a progressão da tecnologia. Uma nova planilha foi criada para cada uma dessas colunas, onde todas as informações foram traduzidas para a língua portuguesa (Brasil) e, recopilando os dados, procurou-se as informações que foram repetidas e marcando como quantidade de patentes relacionadas ao assunto em questão.

As informações foram sistematizadas, selecionando apenas os documentos de interesse (QUINTELLA *et al.,* 2020) referindo aos processos de fermentação da cevada para a obtenção e direcionamento de produtos antioxidantes fazendo-se localização dos dados em planilhas eletrônicas no *Excel* e serem construídos gráficos, tabelas e classificações segundo seus proponentes: progressão tecnológica, países aplicantes, empresas aplicantes e aplicação tecnologia (SILVA e GONZAGA, 2020).

Resultados e Discussões

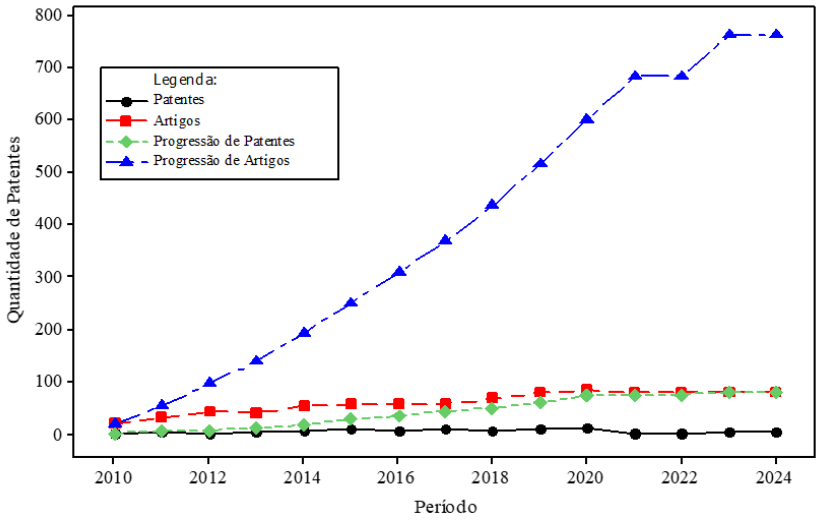
Nos últimos anos, a progressão tecnológica na pesquisa de artigos e patentes relacionados ao monitoramento científico e tecnológico dos processos de fermentação da cevada tem desempenhado um papel crucial na expansão do conhecimento e na identificação de inovações potenciais. Desde 2010, o interesse crescente nesse campo reflete a importância atribuída à compreensão detalhada desses processos, especialmente em relação ao potencial combate ao estresse oxidativo. Desse modo, a Figura 1 destaca o aumento de interesses no depósito patentário de acordo com informações do Espacenet, paralelamente, a quantidade de artigos publicados no ScienceDirect.

A análise de artigos científicos e patentes desde 2010 revela avanços significativos em tecnologias de monitoramento, métodos analíticos e descobertas relacionadas à síntese de compostos bioativos durante a fermentação da cevada. Os setores empresariais têm se destacado no patenteamento, enquanto as universidades se concentram mais na publicação de artigos científicos. Esta tendência tem contribuído significativamente para o aumento da quantidade de artigos publicados nos últimos anos. A crescente interseção entre ciência e tecnologia nesse domínio destaca a necessidade de abordagens multidisciplinares para maximizar o dinanismo científico.

Autores como Sussuchi, Monteiro e Júnior (2020), destacam que avanços em técnicas analíticas, automação e instrumentação têm proporcionado uma compreensão mais profunda dos mecanismos moleculares envolvidos, contribuindo para o desenvolvimento de produtos antioxidantes mais

eficazes e inovadores. Essa progressão tecnológica não apenas impulsiona a pesquisa acadêmica, mas também tem implicações diretas no setor industrial, promovendo o desenvolvimento de produtos fermentados de cevada mais eficazes na promoção da saúde e no combate ao estresse oxidativo. A análise contínua dos resultados desses avanços é essencial para orientar futuras pesquisas e aplicações práticas, consolidando assim a importância desse campo na interface entre ciência, tecnologia e saúde.

Figura 1 – Avaliação da progressão tecnológica de patentes e artigos relacionados ao monitoramento tecnológico dos potenciais processos de fermentação da cevada e de sua atividade antioxidante desde 2010.



Fonte: Autores (2024).

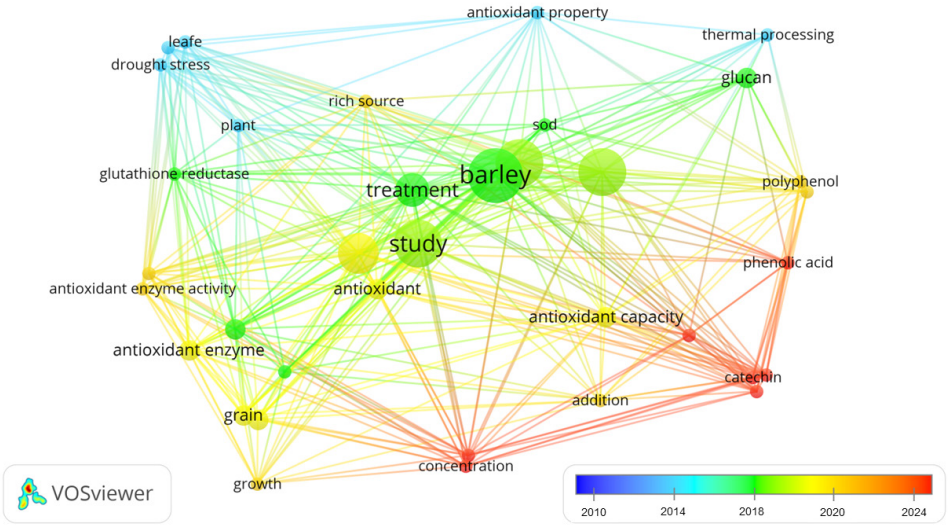
A avaliação da progressão tecnológica através de patentes e artigos é fundamental nos estudos de previsão tecnológica (JIN *et al.,* 2014). Companhias farmacêuticas, indústria de alimentos e o setor agroquímico tem evidenciado aumento de interesse comercial em patentes focadas em novos métodos de obtenção, análise e controle de qualidade de produtos na qual elucidou o pedido de proteção patentária nos últimos quatorze anos. Uma abordagem para esta avaliação envolve a utilização de patentes anteriores relevantes recomendadas, que podem revelar a trajetória tecnológica e o valor de novas patentes (OH *et al.,* 2014). Isto é particularmente crítico para as tecnologias emergentes, onde os métodos convencionais de previsão podem revelar-se menos eficazes (GERDSRI *et al.,* 2008).

As técnicas de mineração de texto também têm sido aplicadas à análise de patentes, com foco na identificação de oportunidades tecnológicas, estratégias competitivas corporativas e na previsão e avaliação de tecnologias emergentes (GBOLO *et al.,* 2023). Coletivamente, estes estudos sublinham a importância primordial de avaliar a progressão tecnológica em patentes e artigos no âmbito de estudos de previsão tecnológica. Esta avaliação não só proporciona uma compreensão mais profunda do panorama tecnológico, mas também serve como uma base sólida para informar decisões estratégicas e inovações no desenvolvimento tecnológico (YOON; MAGEE, 2018).

Visando identificar principais correlações entre as informações da cienciometria deste estudo, a Figura 2, ilustra coocorrências de palavras-chaves de estudos publicados no Pubmed ao longo dos últimos quatorze anos.

A análise de coorrências extraídas de artigos sobre processos biotecnológicos envolvendo a cevada, utilizando o software VOSviewer, revela uma rede complexa de interconexões entre diversos termos (JEONG; KOO, 2016). Círculos maiores indicam uma alta frequência de citação do termo nos trabalhos, enquanto círculos menores representam uma menor ocorrência. No entanto, estes círculos menores ainda mostram correlação com outros termos, indicada por linhas de conexão.

Figura 2 – Relação de coocorrências de citações e palavras-chaves do levantamento bibliométrico de trabalhos publicados no PubMed de 2010 a 2024 referentes aos processos biotecnológicos da cevada.



Fonte: Tratamento de dados realizado no Software VOSViewer (Autores, 2024).

A seguir, discute-se a ocorrência e inter-relação das principais palavras-chave identificadas: A menção "barley" serve como o núcleo de todos os estudos analisados, refletindo o foco principal da pesquisa na utilização deste como matéria-prima para bioprodutos antioxidantes. Termos como "gram" e " grain" estão diretamente relacionados à cevada, abordando diferentes formas e estágios do cereal utilizados nos processos biotecnológicos. " Gram" pode referir-se ao estudo da planta em geral, enquanto " grain" foca na semente utilizada para extração de compostos bioativos.

Os termos " treatment" e "thermal processing" referem-se às metodologias aplicadas à cevada para extrair ou modificar seus componentes bioativos. O processamento térmico, em particular, é relevante na modificação das propriedades antioxidantes dos bioprodutos derivados. A palavra "study" representa a ampla gama de pesquisas e experimentos realizados para investigar os diversos aspectos da cevada e seus derivados antioxidantes. Os termos "antioxidant", "antioxidant enzyme", "antioxidant enzymatic activity", "antioxidant property" e "antioxidant capacity" estão intrinsecamente conectados e são fundamentais na investigação das propriedades bioquímicas da Hordeum vulgare L. (SHARMA *et al.*, 2020).

A ênfase nestas palavras-chave indica um interesse significativo na avaliação e potencialização dos efeitos antioxidantes da cevada e seus componentes. A "glutathione reductase" é uma enzima antioxidante específica frequentemente estudada devido ao seu papel crucial no sistema de defesa antioxidante das plantas (ROY; CHOWDHARY, 2023). A presença deste termo sugere uma investigação detalhada dos mecanismos bioquímicos envolvidos. Termos como "polyphenol", "phenolic acid" e "catechin" referem-se a compostos bioativos presentes na cevada que possuem fortes propriedades antioxidantes (JIN *et al.*, 2022).

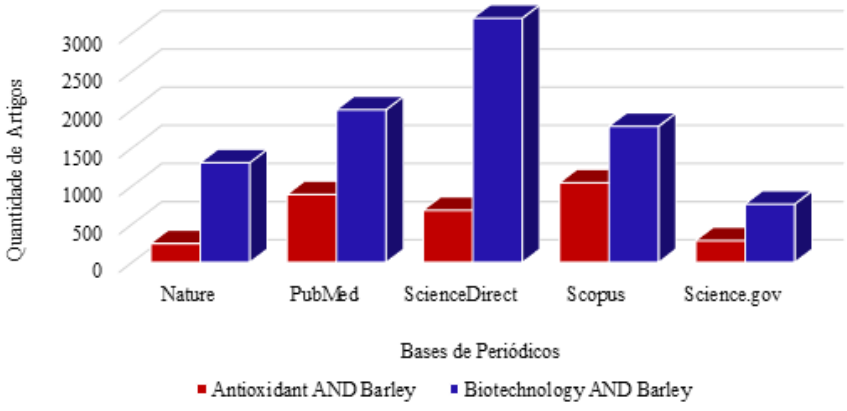
O estudo destes compostos é essencial para entender e elucidar pesquisas pertinentes às propriedades biológicas da cevada. Os termos "growth" e "plants" estão relacionados aos estudos de desenvolvimento e crescimento da cevada sob diferentes condições, incluindo "hydrical stress", que também é um termo importante (MCMILLAN *et al.*, 2019; BELLO *et al.*, 2022). O estresse hídrico refere-se às condições ambientais adversas e sua influência sobre a espécie vegetal, especialmente na produção de compostos antioxidantes como resposta adaptativa (SUN *et al.*, 2020). "Leafe" (folha) pode estar relacionado ao estudo das partes vegetativas da cevada e sua contribuição para a produção de antioxidantes (GE *et al.*, 2020; ZHANG *et al.*, 2023). O "glucan" é um tipo de polissacarídeo

presente na planta que possui várias aplicações biotecnológicas, incluindo potencial antioxidante (AHMAD *et al*., 2016; GOUDAR *et al*., 2020; BAI *et al*., 2021). O termo "concentration" refere-se à quantificação dos compostos antioxidantes presentes e nos produtos derivados (GE *et al*., 2020; HORVAT *et al*., 2020). A presença e interconexão dessas palavras-chave indicam uma abordagem multifacetada nos estudos de biotecnologia envolvendo a cevada.

A centralidade da cevada como palavra-chave e sua correlação com termos relacionados a antioxidantes e processos de tratamento evidencia um foco claro na exploração e otimização das propriedades antioxidantes deste cereal. Segundo Deng *et al*., (2019) o perfil fitoquímico e a atividade antioxidante do capim-cevada estão correlacionados principalmente com seus estágios de desenvolvimento, o que pode subsidiar aplicações terapêuticas. Isso se alinha com a crescente demanda por bioprodutos naturais com benefícios para a saúde, mostrando que a cevada é um recurso valioso e versátil na biotecnologia moderna.

A visualização de redes de coorrências de trabalhos voltado ao uso de H. vulgare e seu potencial biotecnológico proporciona uma visão histórica importante, orientando pesquisadores e profissionais na adaptação de abordagens e no preenchimento de lacunas de pesquisa (ONGARATTO; COSTA, 2023). Nessa perspectiva, a Figura 3 ilustra dados quantitativos de artigos publicados em diferentes periódicos acerca de processos da cevada em função do caráter antimicrobiano e antioxidante.

Figura 3 – Avaliação de artigos relacionados aos processos da cevada com ênfase no potencial antimicrobiano e antioxidante em diferentes portais periódicos em função de palavras-chaves no período de 2010 a 2024.



Fonte: Autores (2024).

A comparação de artigos provenientes de fontes respeitáveis como Scopus, Nature, Science.gov, Pubmed e ScienceDirect sobre o monitoramento científico dos processos de fermentação da cevada, com foco no potencial combate ao estresse oxidativo, oferece uma visão abrangente e valiosa sobre os avanços nesse campo interdisciplinar. Ao explorar as palavras-chave "*Antioxidant* AND *Barley*" e "*Biotechnology* AND *Barley*" em publicações dessas plataformas, podemos identificar tendências, descobertas e lacunas no conhecimento relacionado à fermentação da cevada e seus efeitos sobre o estresse oxidativo. Scopus, Pubmed Nature, Science.gov e ScienceDirect representam fontes diversificadas, desde repositórios colaborativos até periódicos científicos de renome internacional, proporcionando uma variedade de perspectivas e contribuições.

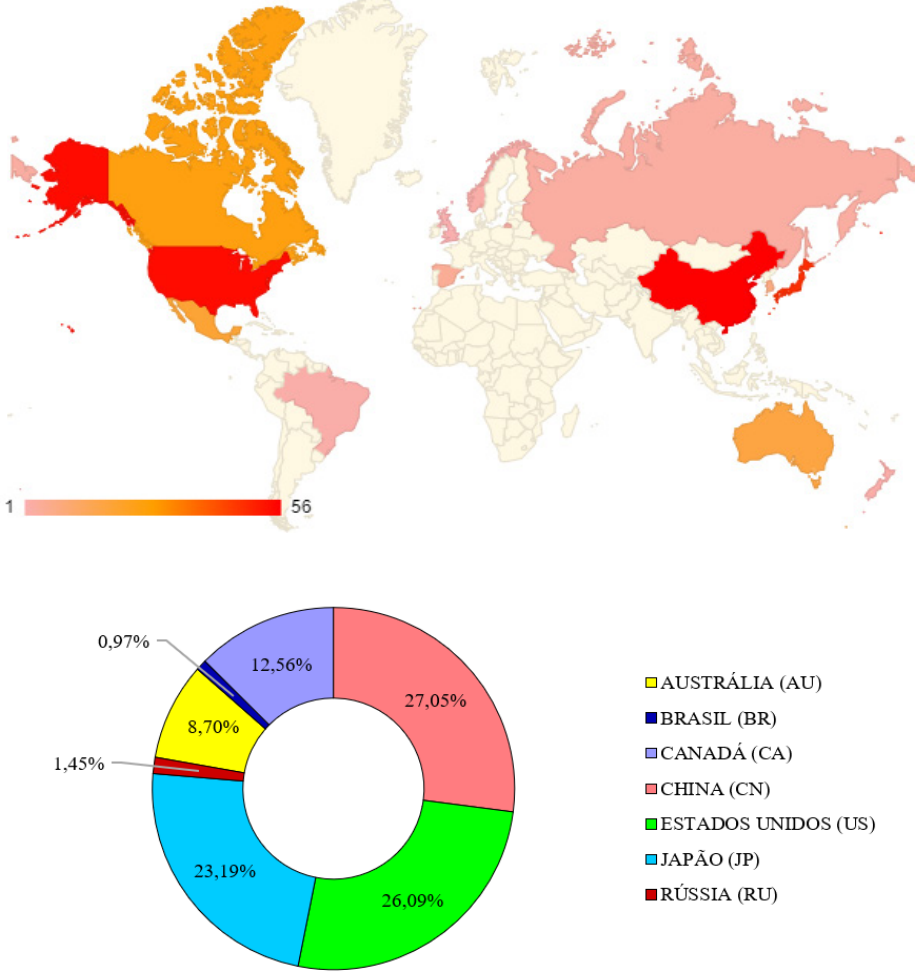
A análise comparativa dessas fontes permite não apenas identificar convergências nas descobertas, mas também entender como diferentes comunidades científicas abordam e contribuem para o tema. As palavras-chave escolhidas, "*Antioxidant* AND *Barley*" e "*Biotechnology* AND *Barley*", refletem áreas específicas de interesse, relacionadas aos potenciais benefícios para a saúde associados à cevada fermentada. É evidente na figura 3 que principais trabalhos cieintíficos tem-se concentrado

em processos biotecnológicos da cevada, principalmente quando avalia-se o expressivo resultado da busca de dados no portal do ScienceDirect. A comparação dessas palavras-chave nos artigos recolhidos pode revelar padrões emergentes, novas descobertas ou abordagens inovadoras em relação ao papel da cevada na promoção da saúde, seja por meio de propriedades antioxidantes e antimicrobianas que destacam potencial biotecnológico.

Essa análise comparativa não só contribui para uma compreensão mais aprofundada das tendências recentes na pesquisa sobre fermentação da cevada, mas também orienta futuras investigações destacando e identificando áreas que requerem mais atenção e desenvolvimento. A integração de dados provenientes de múltiplas fontes consolida a importância do monitoramento científico e tecnológico nesse campo dinâmico oferecendo uma visão holística e informada para pesquisadores, acadêmicos e profissionais.

Nesta perspectiva, avaliação dos dados dos principais países aplicantes em um trabalho de prospecção tecnológica voltado para os processos biotecnológicos da cevada, com o intuito de desenvolver produtos que combatam o estresse oxidativo, desempenha um papel fundamental na orientação estratégica e no sucesso prático desses esforços inovadores, assim como ilustra os dados da Figura 4.

Figura 4 – Principais países depositantes de tecnologias relacionadas aos processos fermentativos da cevada para fins de produtos antioxidantes.



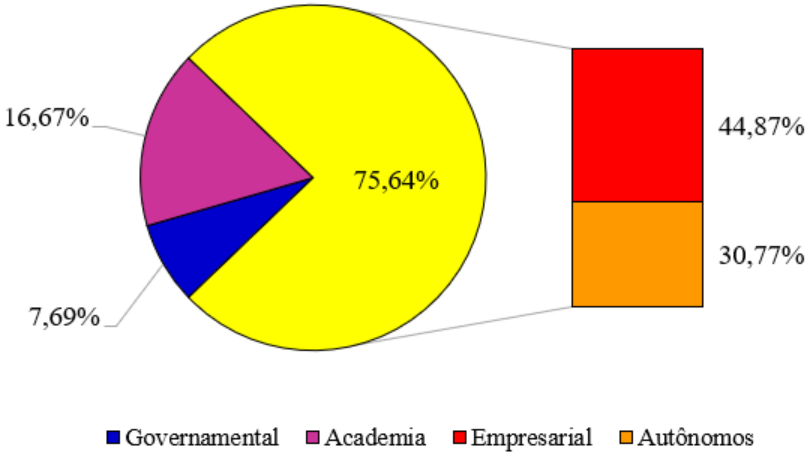
Fonte: Autores (2024).

A análise global de depósitos de patentes revela um cenário marcado pela significativa concentração de inovação em países como China Continental, Estados Unidos e Japão, que juntos detêm mais de 50% das patentes registradas mundialmente. Essa observação ressalta não apenas a liderança dessas nações no cenário tecnológico, mas também evidencia a necessidade premente de avaliar e potencializar as estratégias de prospecção tecnológica em países depositantes, a fim de promover o desenvolvimento e a competitividade em âmbito global.

No contexto brasileiro, é preocupante constatar que os depósitos de patentes representam apenas cerca de 0,97% do total de tecnologias depositadas, evidenciando uma participação relativamente baixa no cenário de inovação global. Essa escassa contribuição suscita reflexões sobre os fatores que limitam a capacidade de prospecção tecnológica do Brasil e destaca a importância de medidas assertivas para fortalecer o sistema de inovação nacional. Pesquisadores tem relatado que a baixa contribuição de patentes do Brasil no cenário global pode ser devido ao tamanho menor de suas redes de coinventores, que aceleram as trocas transnacionais de capital humano essenciais (LUBANGO, 2020; SOUSA *et al.,* 2023).

A avaliação de dados dos principais setores de aplicação desempenha um papel central e estratégico em trabalhos de prospecção tecnológica, representando um processo que vai além da mera coleta de informações, constituindo-se como uma análise criteriosa e interpretativa para embasar decisões estratégicas (BRASIL *et al.,* 2019). Este tipo de avaliação é de suma importância em diversos aspectos, destacando-se alguns pontos essenciais. Desse modo, é possível avaliar na Figura 5 dados relacionados aos principais setores direcionados aos trabalhos de processos de fermentação da cevada visando produtos antioxidantes, elucidando um importante aspecto de informações para a área.

Figura 5 – Principais setores de aplicação de patentes relacionados aos processos de fermentação da cevada em detriment de produtos antioxidantes (Código C12C11/00 do ESPACENET).



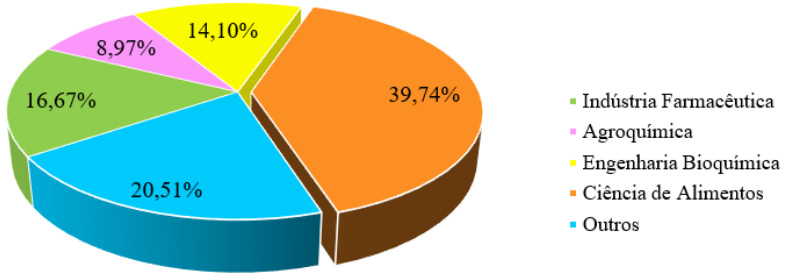
Fonte: Autores (2024).

Observa-se que o setor empresarial é o que mais tem desdobrado patentes relacionadas com acerca 44,87% das contribuições patentárias. Assim como é evidente o setor autônomo possuir mais de 30% dos depósitos de tecnologias. Ademais, é importante destacar os quase 17% de contribuições do setor acadêmico, sendo este um dos grandes direcionadores de pesquisas relacionadas aos processos fermentativos, sobretudo, na utilização da cevada par fins de produtos antioxidantes. Desdobramentos como esse também influenciam diretamente no montante representativo do setor governamental, que embora tenham demonstrado poucos dados de contribuição patentária, também possui significância mediante o desenvolvimento e investimento de pesquisas científicas pelas nações globais.

Em primeiro lugar, a identificação de oportunidades de mercado é fundamental. Ao analisar os setores nos quais uma tecnologia pode ser aplicada, é possível vislumbrar nichos específicos que apresentam demanda crescente ou necessidades não atendidas. Essa visão prospectiva permite que as organizações direcionem seus esforços e recursos para áreas que oferecem maior potencial de crescimento e retorno. Além disso, a avaliação dos setores de aplicação contribui para o alinhamento estratégico com as reais necessidades do mercado (SOBOLIEVA; HOLIONKO, 2021).

A compreensão profunda de onde uma tecnologia pode ser efetivamente utilizada possibilita que as inovações estejam em sintonia com os desafios e demandas específicas de diferentes indústrias. Essa adequação é crucial para garantir a relevância e aceitação da tecnologia pelo mercado. Em função disso, a Figura 6 vislumbra as principais áreas de aplicação das tecnologias depositadas acerca de processos fermentativos da cevada.

Figura 6 – Principais Áreas de aplicação de patentes relacionados aos processos de fermentação da cevada.



Fonte: Autores (2024).

A partir dos dados da Figura 6, é notório observar que a área de ciência de alimentos é majoritariamente uma das que mais contribuem em pesquisas relacionadas ao desenvolvimento de produtos antioxidantes através dos processos fermentativos da cevada. A patente japonesa JP2000004866A encontrada nesse estudo prospectivo é oriunda da área de ciência de alimentos, e contribui em um problema a ser resolvido ao fornecer um método para produzir uma bebida alcoólica de malte com alta durabilidade na oxidação (envelhecimento), aumentando o poder redutor na bebida alcoólica de malte.

Informações como essa demonstram um salto significativo frente a outras áreas, destacando tecnologias da indústria farmacêutica com 16,67% dos depósitos, seguido do ramo de engenharia bioquímica (14,10%). Destaca-se o aumento de interesse na área de agroquímica sendo este setor muito contribuidor no desenvolvimento de pesquisas e sendo enfático nesse estudo patentes tecnológicas do ramo. Outras áreas somam mais de 20% de contribuições patentárias sendo direcionadas a diversos ramos, desde a área de saúde a processos engenhosos.

A avaliação criteriosa dos dados relacionados às principais áreas de aplicação é uma etapa crucial em trabalhos de prospecção tecnológica, especialmente no contexto dos processos fermentativos da cevada voltados para a criação de produtos destinados ao combate do estresse oxidativo. Este processo, ao observar direcionamentos específicos para áreas como engenharia bioquímica, biotecnologia, agroquímica e ciência de alimentos, assume uma importância estratégica para diversos aspectos. Além disso, a análise das áreas de aplicação é crucial para estratégias de comercialização e parcerias estratégicas (SILVA; GONZAGA; JESUS 2021). Compreender os setores que mais se beneficiariam desses produtos antioxidantes facilita a busca por colaborações estratégicas e a criação de canais de distribuição eficazes.

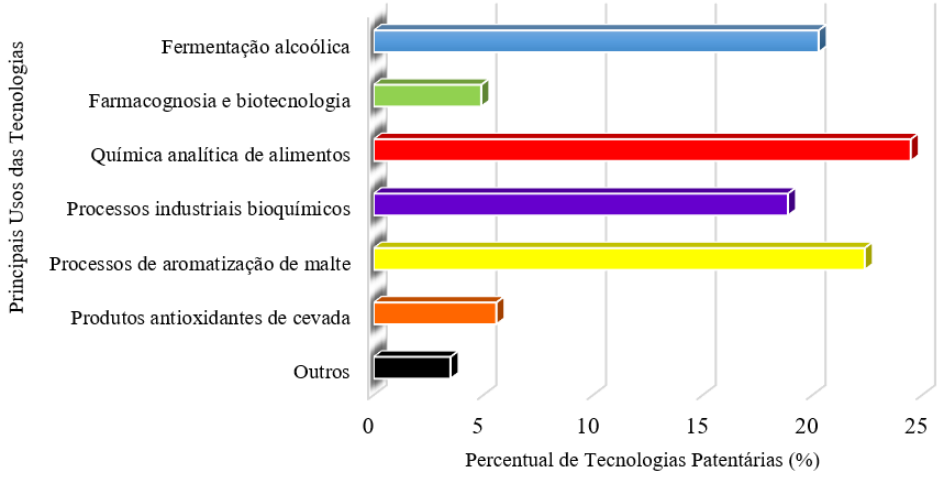
Ao avaliar as aplicações tecnológicas permite entender o ecossistema tecnológico, examinando não apenas as grandes corporações, mas também os inovadores independentes. Identificar padrões de colaboração e concorrência desenha um quadro vivido das dinâmicas do setor. Entretanto, é crucial abordar essa análise com uma lente crítica. Nem todas as patentes se traduzem em

inovações práticas, e algumas podem representar estratégias defensivas mais do que avanços reais. A contextualização das patentes dentro do panorama mais amplo da pesquisa e desenvolvimento é essencial para uma compreensão completa.

Os resultados obtidos da análise das principais aplicações e usos de tecnologias patentárias oferecem uma visão panorâmica das áreas de pesquisa e desenvolvimento que estão moldando o cenário tecnológico (FAISCA; CARVALHO, 2021). A distribuição dos dados revela padrões distintos que refletem não apenas o estado atual da inovação, mas também direcionam o olhar para futuras tendências e oportunidades. O avanço de tecnologias na fermentação alcoólica com 20,28% indica não apenas a importância contínua da indústria de bebidas alcoólicas, mas também sugere um interesse persistente em otimizar e inovar nos processos de fermentação. Este domínio pode refletir avanços na produção de biocombustíveis, bem como melhorias nas tecnologias de fermentação em indústrias alimentícias.

A Figura 7 destaca as principais usos de aplicações dos depósitos patentários de tecnologias relacionadas aos processos de fermentação da cevada.

Figura 7 – Principais Aplicações de Patentes Relacionadas aos Diversos Processos de Fermentação da Cevada.



Fonte: Autores (2024).

A presença significativa de usos de tecnologias patentárias para a química analítica de alimentos com 24,48% destaca a crescente atenção para garantir a qualidade e segurança dos alimentos. Isso pode incluir avanços em métodos de análise de resíduos, identificação de contaminantes e monitoramento de composição nutricional, atendendo às demandas crescentes por transparência na cadeia alimentar. Quanto aos processos industriais bioquímicos representando 18,88% das patentes depositadas destaca a ênfase contínua na otimização de processos industriais, sugerindo avanços na eficiência de produção e sustentabilidade. Esses parâmetros podem ocasionar implicações tanto para a indústria farmacêutica quanto para a produção de produtos químicos, onde a bioquímica desempenha um papel crucial.

Os processos de aromatização do malte com 22,38% apontam para a importância da indústria cervejeira e suas inovações. Este resultado pode indicar uma busca por sabores únicos e métodos de aromatização mais eficazes na produção de cervejas artesanais e produtos relacionados. Além do mais, aplicações tecnológicas voltadas para a biotecnologia farmacêutica (4,90%) destaca o papel essencial da biotecnologia na pesquisa farmacêutica, indicando um foco na descoberta e desenvolvimento de medicamentos a partir de fontes naturais. Por fim, os produtos antioxidantes oriundos da cevada com 5,59% sugerem um interesse crescente nas propriedades nutricionais

da cevada e suas aplicações na saúde. Isso pode estar alinhado com a busca por ingredientes funcionais e alimentos enriquecidos. Outros usos de tecnologias patentárias (3,50%) adiciona uma camada de complexidade, indicando a diversidade de áreas exploradas e a natureza dinâmica do campo de pesquisa e desenvolvimento tecnológico.

Em síntese, a análise dos resultados aponta para uma paisagem tecnológica multifacetada, onde a inovação se desdobra em várias direções, desde a produção de alimentos até avanços farmacêuticos, refletindo a interconexão complexa entre ciência, indústria e necessidades sociais emergentes.

Desse modo, a análise de principais aplicações tecnológicas em estudos patentários não é apenas um exercício de decifrar documentos legais complexos. É uma incursão no futuro, uma tentativa de entender as trajetórias que a tecnologia está esculpindo. É uma dança entre o presente e o porvir, onde cada patente é um passo na evolução constante do nosso mundo tecnológico.

Fatores como esse tem despertado o interesse diversos setores econômicos abordados neste estudo na qual impulsionam pesquisas com o uso da cevada no desenvolvimento de produtos antioxidantes. Autores tem evidenciado essas condições através de diversas constatações científicas de que os processos biotecnológicos de germinação da cevada pode aumentar o potencial antioxidante do β-d-glucano, que tem potenciais aplicações nutracêuticas (AHMED *et al.,* 2017; NADOLSKA *et al.,* 2017).

Em virtude de uma avaliação comercial mais ampla dos processos tecnológicos, a Tabela 1 expressa uma relação de dados patentários do estudo prospectivo que demonstra principais patentes encontradas dos principais países depositantes.

Tabela 1 – Relação de aplicações tecnológicas acerca dos processos de fermentação da cevada para fins de produtos antioxidantes pelo ESPACENET.

Aplicação Tecnológica	Código da Patente	País Depositante
Método de tratamento de um vinho e de medição da sua aptidão para o envelhecimento e dispositivo para a execução do referido métodos	AU2004318071A1	Austrália
Uso de proteína vegetal hidrolisada enzimaticamente na preparação de bebidas fermentadas	BR112017010945A2	Brasil
Um método melhorado para inibir o crescimento e bactérias durante a fermentação do etanol	CA2734166A1	Canadá
Chá de cerveja com alta atividade antioxidante e seu modo de preparo	CN112063464A	China
Maltobionato como Antioxidante em Produtos Alimentares	US2010173044A1	Estados Unidos
Produção Antioxidante de Bebida Alcoólica de Malte	JP2000004866A	Japão

Fonte: Os autores (2024).

Essa tabela de informações de patentes revela um panorama interessante das inovações tecnológicas no setor de bebidas, destacando diferentes abordagens e aplicações em diversos países. A patente Australiana, AU2004318071A1, representa um método que sugere uma abordagem única para o tratamento de vinho, possivelmente visando melhorar suas características durante o envelhecimento. O país depositante, Austrália, é conhecido por sua indústria vinícola robusta, indicando um foco contínuo em inovações no setor.

Uma das patentes que representa as aplicações tecnológicas do Brasil (BR112017010945A2) apresenta uma patente relacionada ao uso de proteína vegetal hidrolisada enzimaticamente na

preparação de bebidas fermentadas. Isso sugere um interesse em alternativas de proteínas na indústria de bebidas, alinhado com tendências globais de alimentos à base de plantas.

O Canadá, demonstra uma patente (CA2734166A1) que refere-se a um método aprimorado para inibir o crescimento de bactérias gram-positivas e melhorar o rendimento de álcool durante a propagação de leveduras e fermentação de etanol por tratamento com um produto antibacteriano de lúpulo, e a um produto de lúpulo antibacteriano melhorado, e a um método para fazer um produto de lúpulo antibacteriano melhorado. O método aprimorado para inibir o crescimento de bactérias destaca a importância da microbiologia na produção de etanol e seus derivados.

A patente chinesa (CN112063464A) apresenta uma produto relacionado ao chá de cerveja com alta atividade antioxidante. Desse modo, reivindicaram um método para o preparo de chá de cerveja com alta atividade antioxidante. As matérias-primas do produto incluem: malte de cevada, água, lúpulo, folhas de chá (verde, amarelo e branco) e levedura de cerveja. Ademais, utilizam uma mistura de um ou mais de chá *oolong*, chá preto ou escuro durante o processo. O mecanismo processa as folhas de chá através de um micro-ondas combinado com um banho-maria e, em seguida, utilizam-se seus derivados (contendo uma gama de biomoléculas do metabolismo secundário vegetal) durante o processo de fabricação de cerveja. Este é um exemplo claro de como as bebidas podem ser enriquecidas com propriedades funcionais, refletindo o interesse crescente em produtos saudáveis.

Os Estados Unidos propõem pela patente US2010173044A1 o uso de maltobionato como antioxidante em produtos alimentares. Isso sugere uma abordagem inovadora na busca por antioxidantes naturais em alimentos, respondendo à demanda por ingredientes mais saudáveis. O maltobionato demonstra propriedades antioxidantes em alimentos destinados ao consumo humano e animal. Essa capacidade antioxidante pode ser obtida diretamente a partir do amido ou maltose já presentes no produto alimentício, por meio de processos enzimáticos catalisados (LARSEN; BEEREN, 2021). A produção desses antioxidantes pode ser realizada em uma fração isolada do produto alimentício, possibilitando sua reintegração ao processo de produção de alimentos ou ao próprio produto final. Como alternativa, o antioxidante pode ser gerado como parte intrínseca do processo de produção alimentar, mediante a adição das enzimas pertinentes durante a produção.

O Japão, por sua vez, destaca-se na produção antioxidante de bebida alcoólica de malte, como é representada pela patente JP2000004866A. Esta patente pode refletir a demanda por bebidas alcoólicas que oferecem benefícios à saúde, combinando prazer e funcionalidade. Neste método aprimorado para produzir uma bebida alcoólica de malte, como cerveja, a concentração de oxigênio em pelo menos um estágio do processo de produção é reduzida, seja diminuindo o oxigênio dissolvido na água de preparação ou introduzindo gases inertes como CO_2, N_2 ou gás Hélio (He). Além disso, controla-se a taxa de agitação durante a mistura da matéria-prima com água para a preparação dos ingredientes, visando suprimir a oxidação durante a produção da bebida alcoólica de malte.

Logo, cada patente, originária de um país específico, reflete as características e demandas únicas desse mercado, na qual demais autores tem destacado que a propensão para solicitar proteção internacional de patentes aumenta com a qualidade da invenção, a rivalidade tecnológica e o tamanho do mercado no mercado anfitrião (MAURSETH; SVENSSON, 2014; MARCO *et al.,* 2017; MA *et al.,* 2021). A diversidade nas aplicações, desde aprimoramento de vinhos até a produção de bebidas antioxidantes, destaca a amplitude e a constante evolução da indústria de bebidas e setores de pesquisas em bioprocessos sob escala global.

Conclusão

O estudo revelou avanços significativos na fermentação da cevada desde 2010, destacando a interseção entre ciência e tecnologia. A literatura enfatiza o potencial biotecnológico da *Hordeum vulgare*, com um aumento de publicações sobre suas propriedades antimicrobianas e antioxidantes em diferentes periódicos. A análise de coocorrências posicionou a cevada como central nos estudos, destacando seu uso para bioprodutos antioxidantes e ampliando a compreensão de suas propriedades bioquímicas. O levantamento patentário mostrou um crescente interesse acadêmico

em biotecnologias para obter bioprodutos antioxidantes, com a China, Estados Unidos e Japão liderando os depósitos de patentes. A diversidade de contribuições em ciências de alimentos e biotecnologia farmacêutica reflete inovações alinhadas a demandas específicas do mercado. A variedade de patentes na indústria de bebidas evidenciou abordagens únicas de diferentes países. Em suma, o estudo representa uma jornada de inovação, onde cada pesquisa e patente sobre a cevada contribui para a evolução tecnológica global.

Referências

AHMAD, M. *et al.* Germination and microwave processing of barley (Hordeum vulgare L) changes the structural and physicochemical properties of β-d-glucan & enhances its antioxidant potential. **Carbohydrate polymers**, v. 153, p. 696-702, 2016.

ALSOHAILI, S. A.; SULAIMAN, S. F. Constituintes fitoquímicos, antioxidante, antibacteriano e atividades de inibição enzimática do óleo essencial da parte aérea de Achillea tomentosa L. cultivada na Jordânia**. Revista da Sociedade de Química Chilena, Santiago**, v. 66, n. 1, 2021. DOI: 10.4067/S0717-97072021000105093

BAI, Y.; ZHOU, H.; ZHU, K.; LI, Q. Effect of thermal processing on the molecular, structural, and antioxidant characteristics of highland barley β-glucan. **Carbohydrate Polymers**, v. 271, p. 118416, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2021.118416.

BELLO, Z.; RENSBURG, L.; DLAMINI, P.; TFWALA, C.; TESFUHUNEY, W. Characterization and effects of different levels of water stress at different growth stages in malt barley under water-limited conditions. **Plants**, v. 11, 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/plants11050578.

BONACIN, C.; GUIMARÃES, L. M. **Fabricação de cerveja Belgian Saison Classic com Dry Hopping**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba – PR, 2022. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br:8080/jspui/handle/1/30667?mode=full

BOSE, U. *et al.* Proteome analysis of hordein-null barley lines reveals storage protein synthesis and compensation mechanisms. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 68, n. 20, p. 5763-5775, 2020.

BRASIL, V. C. B. *et al.* Estudo Prospectivo e Tecnológico do Trigo Sarraceno (Fagopyrum esculentum) com Ênfase na Produção de Cerveja. **Cadernos de Prospecção**, v. 12, n. 5, p. 1541-1541, 2019. DOI: 10.9771/cp.v12i5.32961

BREDA, C.; BARROS, A. I.; GOUVINHAS, I. Characterization of bioactive compounds and antioxidant capacity of Portuguese craft beers**. International Journal of Gastronomy and Food Science**, v. 27, p. 100473, 2022. DOI: 10.1016/j.ijgfs.2022.100473

CARDOSO, M. P. S., *et al.* Desenvolvimento de duas formulações base de cerveja estilo sour empregando kefir e kombucha na fermentação. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 5616-5628, 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n1-382

CHANG, S. H.; BASSIRI, A.; JALALI, H. Avaliação da Atividade Antioxidante do Extrato de Semente de Funcho (Foeniculum vulgare) na Estabilidade Oxidativa do Azeite de Oliva. **Jornal de Riscos Químicos à Saúde**, v. 3, n. 2, p. 53-61, 2013. Disponível em: http://www.jchr.org/article_544031.html

DENG, Li-Na *et al.* Phytochemical constituents and antioxidant enzyme activity profiles of different barley (Hordeum vulgare L.) cultivars at different developmental stages. **Agronomy**, v. 10, n. 1, p. 37, 2019.

DRAWBRIDGE, P. C.; APEA-BAH, F.; BETA, T. Bioaccessibility of ferulic acid in hulless barley varieties

at stages of simulated in vitro digestion. **Cereal Chemistry**, v. 100, n. 4, p. 954-965, 2023.

FAISCA, L. M.; CARVALHO, R. A. de. Dispositivos Portáteis para Detecção de Glúten em Amostras de Alimento: um estudo de prospecção tecnológica**. Cadernos de Prospecção**, v. 14, n. 4, p. 1174-1185, 2021. DOI: 10.9771/cp.v14i4.44086

FRANCO, F. N.; CHAVES, M. M. Estresse Oxidativo Um Fator Chave Do Envelhecimento: Uma Revisão Narrativa. **Periódico Interdisciplinar Sociedade Tecnologia Ambiente**, v. 4, n. 2, p. 64-68, 2022. Disponível em: https://periodicos.pucminas.br/index.php/pista/article/view/29667.]

FREITAS, L. M. A. de., *et al.* Antioxidantes como forma de prevenção contra a ação os radicais livres no processo de envelhecimento cutâneo. **Única Cadernos Acadêmicos**, v. 3, n. 1, 2020. Disponível em: https://co.unicaen.com.br/periodicos/index.php/UNICA/article/view/175.

FU, S. *et al.* Revisão sistemática do benefício cosmético da aplicação tópica do filtrado de fermentação. **Surgical & Cosmetic Dermatology**, v. 15, n. 1, p. 3-5, 2023. DOI: 10.5935/scd1984-8773.2023150166.

GARAGORRY, Fernando Luís *et al*. Distribuição territorial e dinâmica da produção de aveia-branca, cevada, triticale e centeio no Brasil, no período de 2005 a 2020. PDF (53 p.): il. color. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Trigo, ISSN 1677-8901; 108). Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2023.

GBOLO, S. S. *et al.* Text Mining Analysis of Patent in Innovation Studies: Trends, Issues and Future Research Agenda. **American Journal of Economics and Business Innovation**, v. 2, n. 3, p. 77-88, 2023. DOI: https://doi.org/10.54536/ajebi.v2i3.2087

GE, X.; JING, L.; ZHAO, K.; SU, C.; ZHANG, B.; ZHANG, Q.; HAN, L.; YU, X.; LI, W. The phenolic compounds profile, quantitative analysis and antioxidant activity of four naked barley grains with different color. **Food Chemistry**, v. 335, p. 127655, 2020. DOI:https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127655

GERDSRI, N. *et al.* Generating intelligence on the research and development progress of emerging technologies using patent and publication information. In: **2008 4th IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology**, p. 1-6, 2008. DOI: https://doi.org/10.1109/ICMIT.2008.4654327

GOUDAR, G.; SHARMA, P.; JANGHU, S.; LONGVAH, T. Effect of processing on barley β-glucan content, its molecular weight and extractability. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 161, p. 168-175, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.06.208

HORVAT, D.; ŠIMIĆ, G.; DREZNER, G.; LALIĆ, A.; LEDENČAN, T.; TUCAK, M.; PLAVŠIĆ, H.; ANDRIĆ, L.; ZDUNIĆ, Z. Phenolic acid profiles and antioxidant activity of major cereal crops. **Antioxidants**, v. 9, 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/antiox9060527.

HUMIA, B. V. *et al.* Beer molecules and its sensory and biological properties: A review. **Molecules**, v. 24, n. 8, p. 1568, 2019. DOI: :10.3390/molecules24081568

HUSAENI, D. F. A.; NANDIYANTO, A. B. D. Bibliometric using Vosviewer with Publish or Perish (using google scholar data): From step-by-step processing for users to the practical examples in the analysis of digital learning articles in pre and post Covid-19 pandemic. **ASEAN Journal of Science and Engineering**, v. 2, n. 1, p. 19-46, 2022. DOI: 10.17509/ajse.v2i1.37368

JAIME, C. E. F.; RAMOS, G. G.; SANCHO, R. A. S. Propriedades do fermentado kefir de água em diferentes substratos alimentares. **Revista Perspectiva**, v. 46, n. 6, p. 69-83, 2022. DOI: 10.31512/persp.v.46.n.6.2022.274.p.69-83

JEONG, D. H.; KOO, Y. Analysis of Trend and Convergence for Science and Technology using the VOSviewer. **International Journal of Contents**, v. 12, n. 3, p. 54-58, 2016.

JIN, B. *et al.* Technology prospecting for high tech companies through patent mining. In: **2014 IEEE International Conference on Data Mining**, p. 220-229, 2014. DOI: https://doi.org/10.1109/ICDM.2014.44

JIN, H.; DANG, B.; ZHANG, W.; ZHENG, W.; YANG, X. Composition and activity of polyphenols and anthocyanins of highland barley with different colors. **Molecules**, v. 27, 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/molecules27113411

LARSEN, D.; BEEREN, S. R. Building up cyclodextrins from scratch–templated enzymatic synthesis of cyclodextrins directly from maltose. **Chemical Communication**s, v. 57, n. 20, p. 2503-2506, 2021.

LIMA, A. C. A. B. *et al.* A toxicidade da gasolina na aplicação tópica para o tratamento de mastite em bovinos leiteiros. **Revista Universitária Brasileira**, v. 1, n. 2, p. 96-108, 2023.

LIPPSTEIN, D.; BOFF, S. O. Invenção versus descoberta: Estudo de casos sobre o exame de patentes em biotecnologia 2015–2020. **Revista de Ciências Jurídicas**, v. 28, n. 2, p. 16-16, 2023. DOI: 10.5020/2317-2150.2023.13547

LUBANGO, L. M. Effects of international co-inventor networks on green inventions in Brazil, India and South Africa. **Journal of cleaner production**, v. 244, p. 118791, 2020.

MA, D. *et al.* Innovation diffusion enabler or barrier: An investigation of international patenting based on temporal exponential random graph models. **Technology in Society,** v. 64, p. 101456, 2021.

MACHADO, M. *et al.* **Inovação e propriedade intelectual em empresas que implementam estratégias de mercado baseadas em Marcas Verticais Nativas do Ambiente Digital (DNVBs):** uma análise de caso da empresa Pantys. Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2023. Disponível: https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/247749

MARCO, A. D. *et al.* Global markets for technology: Evidence from patent transactions. **Research Policy**, v. 46, n. 9, p. 1644-1654, 2017.

MAROK, M. A. *et al*. A drought-sensitive barley variety displays oxidative stress and strongly increased contents in low-molecular weight antioxidant compounds during water deficit compared to a tolerant variety. **Journal of plant physiology**, v. 170, n. 7, p. 633-645, 2013.

MAURSETH, P. B.; SVENSSON, R. Micro evidence on international patenting. **Economics of Innovation and New Technology**, v. 23, n. 4, p. 398-422, 2014.

MCMILLAN, T.; TIDEMANN, B.; O'DONOVAN, J.; IZYDORCZYK, M. Effects of plant growth regulator application on malt barley quality**. Revista da Ciência da Alimentação e da Agricultura**, v. 99, n. 5, p. 2345-2352, 2019. DOI:https://doi.org/10.1002/jsfa.10231

MENDONÇA, M. A.; GALTER, H. B. **Avaliação dos lúpulos (Humulus lupulus L.) cultivados no campo experimental de Viana para produção cervejeira.** Trabalho de Conclusão de Cuso – Instituto Federal do Espirito Santo, Vitória (ES), 2023. Disponível em: https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/3694

MERENKOVA, S.; FATKULLIN, R.; KALININA, I. Effect of fermentation on biochemical parameters, antioxidant capacity, and dispersed composition of barley and hemp seed-based plant beverages. **Fermentation**, v. 8, p. 384, 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/fermentation8080384

NADOLSKA, A. O. *et al.* Major genes determining yield-related traits in wheat and barley. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 130, p. 1081-1098, 2017.

OH, S. *et al.* Patent evaluation based on technological trajectory revealed in relevant prior patents. **Advances in Knowledge Discovery and Data Mining**, v. 8443, n. 1, p. 545-556, 2014. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-06608-0_45

ONGARATTO, R.; COSTA, G. V. G. S. Prospecção Tecnológica do Levedo de Cerveja Como Matéria-Prima Para a Indústria de Alimentos. **Cadernos de Prospecção**, v. 16, n. 3, p. 761-775, 2023. DOI: 10.9771/cp.v16i3.51592

PACHECO, D. L.; LOBO, L. C. Antioxidantes utilizados para combater o Envelhecimento Cutâneo. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 7, n. 9, p. 342-356, 2021. DOI: 10.51891/rease.v7i9.2152

PARDINHO, G. J. R. *et al.* Impactos da utilização de compostos antioxidantes como parte da terapia nutricional do paciente oncológico em tratamento. **Advances in Nutritional Sciences**, v. 1, n. 1, p. 62-72, 2020. DOI: 10.47693/ans.v1i1.3

PEREIRA, L. M. C. *et al.* Physicochemical characterization, antioxidant activity, and sensory analysis of beers brewed with cashew peduncle (Anacardium occidentale) and orange peel (Citrus sinensis). **Food Science and Technology**, v. 40, p. 749-755, 2020. DOI: 10.1590/fst.17319

PLÁCIDO, A. M. A. *et al.* **Um estudo comparativo do reguardo de patentes entre países: elaboração de um guia para depósito de patentes no INPI, USPTO e EPO**. Dissertação (Mestrado Profissional), Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba (MG), 2020. Disponível em: https://bdtd.uftm.edu.br/handle/123456789/1206

QUINTELLA, C. M. *et al.* Coronavírus (SARS-COV-2) e COVID-19: mapeamento de testes clínicos. **Cadernos de prospecção**, v. 13, n. 2, p. 397-397, 2020. DOI: 10.9771/cp.v13i2.36175

RANI, H.; BHARDWAJ, R. D. Quality attributes for barley malt:"The backbone of beer". **Journal of Food Science**, v. 86, n. 8, p. 3322-3340, 2021.

ROY, P. C.; CHOWDHARY, G. Molecular cloning of glutathione reductase from Oryza sativa, demonstrating its peroxisomal localization and upregulation by abiotic stresses. **Acta Biochimica Polonica**, v. 70, n. 1, p. 175-181, 2023.

SHAH, S. H. H. *et al.* Prosumption: bibliometric analysis using HistCite and VOSviewer. **Kybernetes**, v. 49, n. 3, p. 1020-1045, 2020.

SHARMA, P.; GOUDAR, G.; LONGVAH, T.; GOUR, V.; KOTHARI, S.; WANI, I. Fate of polyphenols and antioxidant activity of barley during processing. **Comida: Avaliações Internacionais**, v. 38, p. 163-198, 2020. DOI: https://doi.org/10.1080/87559129.2020.1725036.

SHAWKY, E. *et al.* Exploring the dynamics of bioactive metabolites changes in barley grains (Hordeum vulgare L.) during roasting: Insights from UPLC-QqQ-MS/MS analysis combined to chemometrics. **Food Research International**, v. 178, p. 113961, 2024. DOI: 10.1016/j.foodres.2024.113961

SILVA, E. C. *et al.* A influência do exercício físico sobre o estresse oxidativo em idosos: uma revisão narrativa. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 15, n. 11, p. e11135-e11135, 2022a. DOI: 10.25248/reas.e11135.2022

SILVA, R. A.; GONZAGA, F. C. Prospecção tecnológica: mapeamento patentário aos processos da biotecnologia sobre vírus ssRNA (+) para o direcionamento de vacinas a SARS-CoV-2. **Revista Ensino, Saúde e Biotecnologia da Amazônia**, v. 2, n. 2, p. 21–34, 2020. Disponível em: //periodicos.

ufam.edu.br/index.php/resbam/article/

SILVA, R. A.; GONZAGA, F. C.; JESUS, G. M. Estudo prospectivo tecnológico e científico de anti-sépticos para prevenir a disseminação de SARS-COV-2 e outros vírus patogênicos. **Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas**, v. 50, n. 3, p. 650-663, 2021. DOI: 10.15446/rcciquifa.v50n3.90640

SOBOLIEVA, T.; HOLIONKO, N. Dynamics of Global Technological Trends in the Context of Patent Data. **Business Inform**, v. 1, p. 84-89, 2021. DOI: https://doi.org/10.32983/2222-4459-2021-1-84-89.

SOUSA, M. J. *et al*. Big data analytics on patents for innovation public policies. **Expert Systems**, v. 40, n. 1, p. e12673, 2023.

SOUZA, P. G. *et al.* Caracterização físico-química do leite fermentado por Lactobacillus delbrueckii subs. bulgaricus e Streptococcus salivarius subs. thermophilus imobilizados em alginato. **Brazilian Journal of Science**, v. 1, n. 3, p. 30-37, 2022. DOI: 10.14295/bjs.v1i3.22

STUART, D. B.; PETERSEN, D. Citation Analysis and Medical Reference: PubMed, Web of Science, and Scopus. **Journal of Electronic Resources in Medical Libraries**, v. 19, n. 4, p. 121-126, 2022.

SUN, Y.; WANG, C.; CHEN, H.; RUAN, H. Response of plants to water stress: a meta-analysis. **Frontiers in Plant Science**, v. 11, 2020. DOI:https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00978.

SUSSUCHI, E. M.; MONTEIRO, M. D. S.; JÚNIOR, J. C. S. Eletroquímica: Eletrodos modificados e suas potencialidades. **Revista Virtual de Química**, v. 12, n. 5, p. 10-24, 2020. Disponível em: https://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/3647

WIJEKOON, C. *et al.* Analyses of fatty acids, proteins, ascorbic acid, bioactive phenolic compounds and antioxidant activity of Canadian barley cultivars and elite germplasm. **Molecules**, v. 27, n. 22, p. 7852, 2022.

YOON, B.; MAGEE, C. L. Exploring technology opportunities by visualizing patent information based on generative topographic mapping and link prediction. **Technological Forecasting and Social Change,** v. 132, p. 105-117, 2018.

ZHANG, W.; LAN, Y.; DANG, B.; ZHANG, J.; ZHENG, W.; DU, Y.; YANG, X.; LI, Z. Polyphenol profile and in vitro antioxidant and enzyme inhibitory activities of different solvent extracts of highland barley bran. **Molecules**, v. 28, 2023. DOI: https://doi.org/10.3390/molecules28041665