

Prospecção Tecnológica do Levedo de Cerveja como Matéria-Prima para a Indústria de Alimentos

Technological Prospection of Beer Yeast as Raw Material for the Food Industry

Ricardo Ongaratto¹

Giovanna Vitória Gaglianone Saraiva Costa¹

¹Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Resumo

Com o crescimento da indústria cervejeira, a quantidade de coprodutos provenientes da fabricação de cerveja aumentou. Um desses produtos é o levedo, que pode ser reaproveitado tanto na indústria de cerveja quanto em outros segmentos industriais de alimentos. Por esse motivo, foi realizada uma prospecção tecnológica na base de dados do Escritório Europeu de Patentes (EPO), Espacenet, de forma a avaliar as diversas aplicações desse coproduto em diferentes setores da indústria de alimentos. Os resultados mostraram que o levedo possui patentes nos setores de Bebidas Fermentadas/Destiladas, Produtos Alimentícios para Animais, Bebidas não Alcolólicas, Composições à Base de Proteínas, Panificação, Frutas e Hortaliças, Óleos e Gorduras, entre outros, com destaque para os dois primeiros, que representaram quase 50% dos documentos recuperados. Entretanto, o Brasil ainda não se apresenta como destaque entre os países com maior desenvolvimento tecnológico nessa área, apesar de ser um dos principais produtores mundiais de cerveja.

Palavras-chave: Mapeamento Tecnológico. Biomassa Cervejeira. Bebidas. Alimentos.

Abstract

With the development of the brewing industry, the amount of by-products from brewing increased. One of them is the brewer's spent yeast, which can be used both in brewing industry and in other food industry segments. Thence a technology prospection was carried out in the database of the European Patent Office (EPO), Espacenet, to evaluate the applications of this by-product in different sectors of the food industry. The results showed that brewer's spent yeast has patents in the industry sectors of Fermented/Distilled Beverages, Animal Food Products, Protein-Based Compositions, Non-Alcoholic Beverages, Bakery, Fruits and Vegetables, Oil and Fats and other, with emphasis on the first two sectors representing almost 50% of the documents recovered. However, Brazil is not yet a highlight among the countries with the highest technological development at this area, despite being one of the world's leading beer producers.

Keywords: Roding Map. Brewing Biomass. Beverages. Food.

Área Tecnológica: Alimentos e Bebidas. Propriedade Industrial. Reaproveitamento de Coprodutos.



1 Introdução

O processamento industrial de cerveja é dividido em três fases. A primeira consiste nas etapas de moagem do malte, mostura, filtração, fervura e clarificação do mosto. A próxima fase compreende o processo fermentativo, abrangendo a fermentação, a filtração e a maturação. A última fase, por sua vez, engloba as etapas de filtração, pasteurização, padronização da cor e definição das características sensoriais (RECH; ZORZAN, 2017).

O levedo é um resíduo gerado durante a etapa fermentativa do processo cervejeiro em que as leveduras participantes do processo (*Saccharomyces cerevisiae*) se multiplicam até cinco vezes. Após a etapa de fermentação, ocorre a precipitação dessas leveduras e posterior remoção. Grande parte destas vão para um novo tanque de fermentação, seguindo o processo. Após esgotamento de utilização dessas leveduras, elas são descartadas gerando um coproduto sólido (OLAJIRE, 2020).

O levedo de cerveja como coproduto da indústria cervejeira é utilizado, principalmente, como biomassa proteica na alimentação animal, por ser fonte de proteínas, de vitaminas do complexo B, exceto vitamina B12, e por possuir característica não patogênica (METRI *et al.*, 2003). No entanto, de acordo com Jaeger *et al.* (2020), o uso do levedo cervejeiro é subaproveitado, levando em consideração seu potencial de ser utilizado em diferentes setores industriais. Portanto, tendo em vista essa composição nutricional, é interessante analisar possíveis aplicações desse material, de forma a agregar valor a ele e a reduzir o impacto ambiental atrelado à produção de cerveja.

Para a indústria de alimentos, além da ampla utilização do levedo para alimentação animal, trabalhos foram realizados utilizando os derivados de levedura, como o autolisado e o extrato, como substituintes ou em combinação com alguns ingredientes utilizados na produção de derivados cárneos. Na produção de salame, o extrato de levedura já foi utilizado como substituto do extrato de carne (ZAMBONELLI *et al.*, 2000). Por ser fonte de proteínas e fibras, o levedo pode ser transformado em farinha para agregar valor nutricional em produtos de panificação (STEFANELLO *et al.*, 2014). Rech e Zorzan (2017), em seu trabalho, adicionaram farinhas de bagaço de malte de cevada e levedo com o objetivo de desenvolver *cupcakes* com um melhor teor proteico e de fibras. Dessa forma, há uma oportunidade de diversificação dos produtos para diversos segmentos da indústria de alimentos, de modo a incrementar o valor nutricional destes.

Estudos prospectivos envolvendo a indústria cervejeira já foram realizados. Fernandes *et al.* (2018) estudaram as inovações tecnológicas do mercado cervejeiro, buscando compreender o foco dos pedidos de patentes dentro dessa área. Brasil *et al.* (2019) prospectaram o uso de trigo sarraceno na produção de cerveja, por se tratar de uma matéria-prima sem glúten. O lúpulo e suas aplicações também já foram alvo de estudos prospectivos em literatura patentária (GUIMARÃES; EVARISTO; GHESTI, 2021). No entanto, esses trabalhos não reportam informações relevantes para o levedo de cerveja.

Jaeger *et al.* (2020) relataram diferentes aplicações do levedo de cerveja em diversos setores industriais, incluindo a indústria de alimentos. Porém, não foram abordados dados da literatura patentária no estudo. Por fim, Gomes e Ongaratto (2021) realizaram uma prospecção tecnológica do levedo como coproduto da produção de cerveja, porém, reportando poucos dados referentes ao setor de alimentos.

Com base nas informações presentes no estado da técnica, é possível verificar uma lacuna no que diz respeito ao levantamento de informação patentária e uma análise crítica sobre o tema com foco na indústria de alimentos, que, de acordo com Jaeger *et al.* (2020), seria o principal setor industrial de interesse em novas aplicações do levedo de cerveja como matéria-prima. Dessa forma, o presente trabalho teve o objetivo de realizar uma prospecção tecnológica sobre as possíveis aplicações do levedo como um coproduto da produção de cerveja nos diferentes setores da indústria de alimentos.

2 Metodologia

As buscas foram realizadas na base virtual do Escritório Europeu de Patentes (EPO), denominada Espacenet, sendo que o estudo se dividiu em dois momentos. Primeiramente, foi realizada uma análise para desenhar o panorama geral do desenvolvimento tecnológico da aplicação do levedo de cerveja e os diferentes setores da indústria de alimentos envolvidos. A segunda etapa consistiu em uma análise mais aprofundada, denominada análise qualitativa, com o intuito de identificar quais as principais aplicações já foram desenvolvidas para o coproduto em questão dentro de cada setor.

2.1 Estratégia de Busca para Identificação do Panorama Geral dos Documentos Depositados

Foram utilizadas as palavras-chave “*yeast*”; “*beer*”; “*brew**”; “*residu**”; “*byproduct*”; “*by-product*”; “*waste*”; “*spent*”, as quais foram pesquisadas em todos os campos de texto disponíveis na base. Dessa forma, a expressão de busca adotada foi: nftxt = “*yeast*” AND (nftxt = “*beer*” OR nftxt = “*brew**”) AND (ta = “*residu**” OR ta = “*byproduct*” OR ta = “*by product*” OR ta = “*waste*” OR ta = “*spent*”), de acordo com a estratégia adotada por Gomes e Ongaratto (2021).

Posteriormente, foram definidos oito setores industriais: Bebidas Fermentadas/Destiladas; Produtos Alimentícios para Animais; Bebidas não Alcoólicas; Composições à Base de Proteínas; Panificação; Frutas e Hortaliças; Óleos e Gorduras; Outros. A estes foram associadas as respectivas subclasses e grupos da IPC (*International Patent Classification*). A partir da associação entre as palavras-chave anteriormente utilizadas e os grupos e subclasses agrupados por setor, foram feitas buscas para identificar o perfil de cada setor da área de alimentos, considerando um recorte dos anos de 1960 a 2020. A partir dos documentos encontrados, foi realizado um levantamento dos principais requerentes, principais países depositantes e principais países de depósito e evolução dos depósitos ao longo do tempo.

2.2 Análise Qualitativa

Uma vez que esta etapa consistiu no estudo crítico do conteúdo presente nos documentos patentários, foi necessário restringir o escopo da busca. As palavras-chave utilizadas foram as mesmas definidas anteriormente, porém, a busca se restringiu aos campos de título e resumo. Para os setores de Bebidas Fermentadas/Destiladas e Produtos Alimentícios para Animais restringiu-se, também, a data de depósito entre janeiro de 2018 e dezembro de 2019, visto que essas áreas apresentavam número elevado de documentos, extrapolando o escopo deste trabalho.

Os documentos recuperados com as restrições definidas tiveram o título e resumo lidos com o objetivo de selecionar apenas aqueles considerados relevantes ao tema, possibilitando, assim, a identificação de formas de utilização do levedo de cerveja na indústria de alimentos.

3 Resultados e Discussão

A apresentação dos resultados se divide em duas partes principais. Inicialmente são apresentados os resultados gerais que englobam o perfil dos setores industriais, a evolução dos depósitos na área ao longo do tempo, os principais requerentes e países depositantes. Em um segundo momento, são discutidos os resultados observados durante a análise qualitativa dos documentos mais relevantes provenientes da busca, a qual está separada por setor industrial da área de alimentos.

3.1 Panorama Geral dos Setores Industriais

A busca realizada encontrou um total de 9.600 documentos. Entretanto, foram excluídos do estudo 3.050 documentos de autoria do inventor Kvasenkov Oleg Ivanovich, por se tratar de documentos muito similares entre si. O número de documentos encontrados por setor industrial está descrito na Tabela 1, assim como as classificações da IPC que representam os documentos patentários pertinentes a cada setor.

Tabela 1 – Número de documentos recuperados para cada setor industrial e classificações da IPC associadas a cada setor

SETOR INDUSTRIAL	NÚMERO DE DOCUMENTOS	CLASSIFICAÇÃO IPC
Bebidas Fermentadas/Destiladas	1.839	C12C; C12F; C12G; C12H; C12J
Produtos Alimentícios para Animais	1.175	A23K
Bebidas não Alcoólicas	248	A23F; A23L 2/00
Composições à Base de Proteínas	186	A23B 4/00; A23C; A23J; A23L 13/00; A23L 15/00
Panificação	128	A21C; A21D
Frutas e Hortaliças	128	A23B 7/00; A23L 19/00; A23N
Óleos e Gorduras	82	A23D; C11B; C11C
Outros	227	A23G; A23L 7/00; A23L 11/00; A23L 17/00; A23L 21/00; A23L 23/00

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2022)

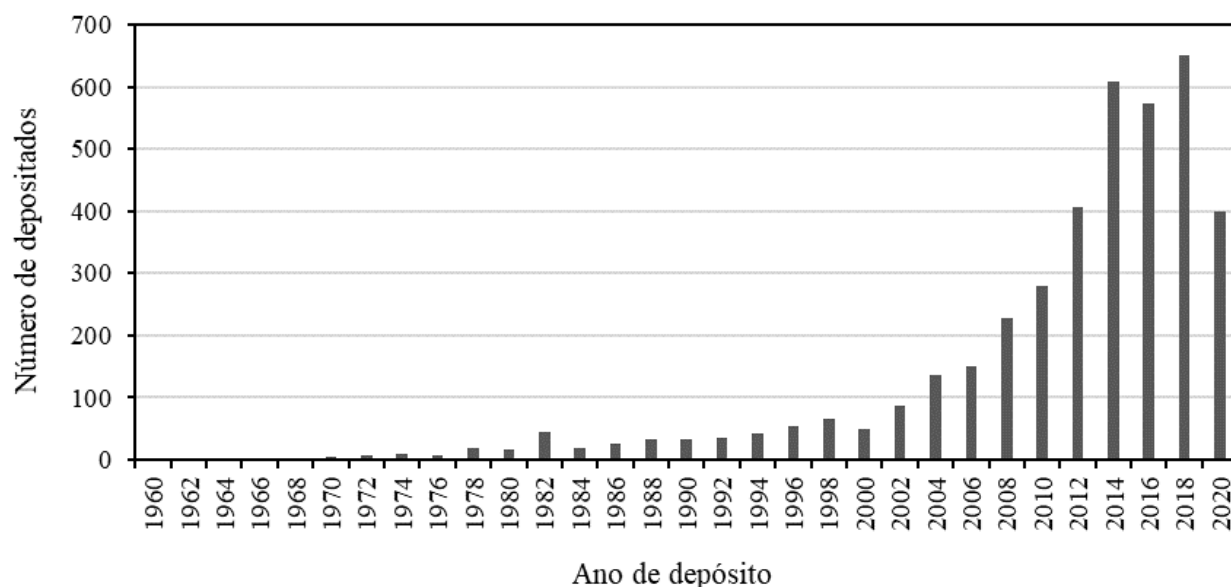
O setor de Bebidas Fermentadas/Destiladas foi composto das subclasses C12C (cerveja), C12F (recuperação de subprodutos de soluções fermentadas), C12G (vinho e bebidas alcoólicas), C12H (pasteurização, esterilização, preservação, clarificação ou envelhecimento de bebidas

alcóolicas) e C12J (vinagre). O setor de Produtos Alimentícios para Animais foi composto da subclasse homônima A23K. O setor de Bebidas não Alcolólicas englobou a subclasse A23F (café, chá, substitutos) e o grupo homônimo A23L 2/00. O setor de Composições à Base de Proteínas, além da subclasse homônima A23J, foi composto da subclasse A23C (laticínios, como leite, manteiga, queijo, substitutos e processos de produção dos mesmos) e os grupos A23L 15/00 (produtos à base de ovos), A23B 4/00 e A23L 13/00 (produtos à base de carne e métodos de conservação de carnes, linguças, peixes e produtos à base de peixe). O setor de Panificação foi composto das subclasses A21C (máquinas ou equipamentos para fazer ou beneficiar massas) e A21D (tratamento de farinhas ou massas). O setor de Frutas e Hortaliças englobou os grupos A23B 7/00 (conservação ou amadurecimento químico de frutas e legumes) e A23L 19/00 (produtos à base de frutas e legumes), além da subclasse A23N (máquinas ou aparelhos para tratamento de frutas, legumes ou bulbo de flores colhidos). O setor de Óleos e Gorduras foi composto pelas subclasses A23D (óleos ou gorduras comestíveis como margarinas, gorduras para bolo, óleos para cozinhar), C11B (produção, refinação ou preservação de óleos) e C11C (ácidos graxos derivados de gorduras, óleos ou ceras). Por fim, os demais setores foram categorizados como “Outros”, englobando as subclasses e grupos que separadamente não teriam um número significativo de patentes: A23G (cacau e produtos de cacau), A23L 7/00 (produtos derivados de cereais), A23L 11/00 (leguminosas), A23L 17/00 (frutos do mar), A23L 21/00 (doces em pasta, geleias, gelatinas, produtos de apicultura) e A23L 23/00 (sopas e molhos).

O maior setor com pedidos de patente depositados foi o de Bebidas Fermentadas/Destiladas com 46% dos documentos, tendo em vista que o levedo é um coproduto da indústria cervejeira e utilizado em novos processos fermentativos ou até mesmo em novas bateladas de produção de cerveja (OLAJIRE, 2020). Em seguida, há o setor de Produtos Alimentícios para Animais com 29% dos resultados, que possui esse número expressivo porque o levedo já é amplamente utilizado na alimentação animal, consideradas as suas características nutricionais (SHURSON, 2018). Os outros seis setores totalizaram 25% dos documentos recuperados.

3.2 Evolução dos Depósitos ao Longo do Tempo

É notório que o número de patentes depositadas tem um crescimento veemente a partir de 2006, demonstrando um cenário de estabilidade a partir de 2014 (Figura 1). Esse crescimento ocorreu porque a cerveja faz parte de um mercado em expansão que se diversifica e cresce constantemente, dando origem a várias iniciativas inovadoras que são fomentadas por empresas, institutos de pesquisa, universidades e produtores, com o intuito de melhorar a qualidade do produto e reduzir os custos de fabricação (SANTOS; ROCHA; ANDRADE, 2019).

Figura 1 – Evolução de depósitos de patentes entre 1960 e 2020, considerando as classes A21, A23, C11 e C12

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2022)

3.3 Principais Requerentes

Os 10 principais requerentes e o número de documentos depositados estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2 – Número de documentos depositados pelos principais requerentes

DEPOSITANTE	NÚMERO DE DEPÓSITOS
Givaudan S.A.	54
Anhui Tianqianjian Food Tech Co Ltd	21
Univ Hubei Technology	20
Adri de Klerk	18
Adeka Corp	18
Anqing Longquan Ecological Agriculture and Forestry Expl Co Ltd	10
Anhui Wangwang Fowl Ind Co Ltd	15
Sanwa Shiyurui KK	15
Miller Brewing	12
Univ Jiangnan	12

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2022)

Observa-se o destaque da empresa Givaudan S.A., que apareceu como uma das principais depositantes em cinco setores e depositou ao total 54 patentes, caracterizando o maior número de documentos. Givaudan S.A. é uma empresa multinacional de origem franco-suíça do setor

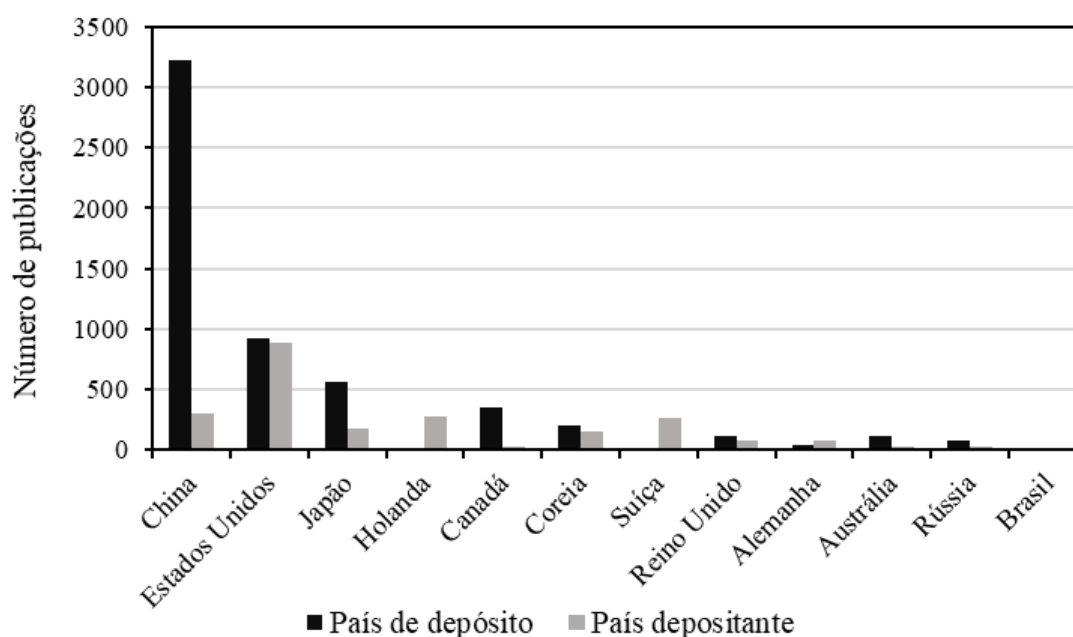
químico com atuação no segmento de essências para aromas e fragrâncias, sendo fornecedora de ingredientes para os setores de alimentos, bebidas, saúde, higiene e cosméticos, entre outros (CARVALHO; BARBIERI, 2013). A empresa apareceu em décimo lugar em número de patentes por publicação no setor de Bebidas Fermentadas/Destiladas e em primeiro lugar nos setores de Bebidas não Alcolólicas, de Composições à Base de Proteínas, de Frutas e Hortaliças e Outros.

Em seguida, em número de patentes, está a empresa Anhui Tianqianjian Food Tech Co Ltd com 21 patentes distribuídas nos setores de Bebidas Fermentadas/Destiladas e de Bebidas não Alcolólicas. A University Hubei Technology se destaca com 20 patentes distribuídas nos setores de Bebidas Fermentadas/Destiladas e de Frutas e Hortaliças. O depositante Adri de Klerk tem 18 patentes distribuídas nos setores de Bebidas não Alcolólicas, de Frutas e Hortaliças, de Composições à Base de Proteínas e Outros. A empresa Adeka Corp, que atua nas áreas de produtos alimentícios e químicos, também é referência, com um total de 18 patentes distribuídas pelos setores de Panificação e de Óleos e Gorduras. A empresa Anhui Wangwang Fowl Ind Co Ltd depositou 15 patentes que se enquadram no setor de Produtos Alimentícios para Animais, e os demais requerentes de destaque têm documentos apenas no setor de Bebidas Fermentadas/Destiladas.

A partir da análise das datas de depósito para os principais requerentes expressos na Tabela 2, foi possível inferir que Sanwa Shiyurui e Miller Brewing depositaram seus documentos há mais de 20 anos, indicando um interesse passado na área. Além disso, o depósito mais recente da empresa Givaudan S.A. ocorreu em 2017, sendo os demais documentos depositados entre 2013 e 2015. Isso mostra que, apesar de ser um destaque como principal requerente, grande parte de seus documentos tem mais de oito anos. O mesmo ocorre com as empresas Anhui Tianqianjian Food Tech Co Ltd e Anqing Longquan Ecological Agriculture and Forestry Expl Co Ltd, cujas publicações datam de 2016 e 2017, com a empresa Anhui Wangwang Fowl Ind Co Ltd, com publicações de 2016 e com o requerente Adri De Klerk, com documentos de 2008. No caso da University Hubei Technology, da Universidade Jiangnan e da empresa Adeka Corp, o tema aparece em documentos depositados entre 2019 e 2020, mostrando que, atualmente, essas empresas são destaque em pesquisa e desenvolvimento na área.

3.4 Países de Depósito e Depositantes

Observou-se que Japão, Estados Unidos e China se destacaram como principais países de depósito, ou seja, locais onde há interesse em proteger a invenção para possível exploração dela (Figura 2). Ao mesmo tempo, Estados Unidos, Suíça, Holanda e China se apresentaram como os principais depositantes, ou seja, países de origem da tecnologia. Isso demonstra que os Estados Unidos têm um perfil de país que desenvolve a tecnologia e a explora, diferentemente da China e Japão que se destacam em quantidade de documentos depositados, porém não desenvolvem a tecnologia na mesma proporção. Alguns países obtiveram destaque em apenas um setor na quantidade de depósitos, como é o caso de Israel e da Malásia no setor de Frutas e Hortaliças, da Noruega no setor de Composições à Base de Proteínas e da República Tcheca em Óleos e Gorduras.

Figura 2 – Número de documentos publicados considerando país de depósito e país depositante

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2022)

De acordo com o Anuário da Cerveja (MAPA, 2021), o Brasil é o terceiro maior produtor de cerveja no mundo. Entretanto, não se destacou em número de depósitos. Isso pode ser considerado em função do perfil de desenvolvimento tecnológico do país e da cultura nacional em propriedade industrial.

No Brasil, o investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) não é muito alto, quando comparado com os países em destaque. Apesar dos incentivos, especialmente voltados para estimular o setor privado a investir nessa área, as empresas brasileiras continuam destinando uma parcela muito pequena de sua receita líquida para P&D internamente. Em 2019, por exemplo, apenas 0,12% da receita foi destinada à Pesquisa e Desenvolvimento (NEGRI, 2020). No entanto, é possível observar o esforço, muitas vezes impulsionado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), de universidades e de instituições de pesquisa em se conscientizar sobre a importância da gestão da propriedade intelectual (ALBUQUERQUE, 2022).

Outro fator que pode contribuir para o cenário brasileiro é a ampla utilização do levedo de cerveja como matéria-prima na produção de ração animal. Sendo o Brasil um país agropecuarista, ele apresenta uma alta demanda pelo levedo na produção animal, o que pode não despertar o interesse significativo no desenvolvimento de novas tecnologias associadas a esse coproduto industrial.

3.5 Análise Qualitativa

A Tabela 3 apresenta a quantidade de documentos encontrados para cada setor industrial, considerando as diferentes estratégias de busca. Os setores de Bebidas Fermentadas/Destiladas e de Produtos Alimentícios para Animais apresentaram a maioria dos documentos recuperados, o que exigiu considerar apenas os documentos depositados nos últimos dois anos, reduzindo o

número de documentos para 86 e 54, respectivamente, os quais foram utilizados nesta análise. Para os demais setores, apenas a utilização de palavras-chave no título e resumo foi suficiente para definir a quantidade de documentos a serem avaliados.

Tabela 3 – Quantidade de documentos recuperados para cada setor industrial utilizando diferentes restrições de busca e de documentos relevantes ao tema separados após leitura do título e resumo

SETOR INDUSTRIAL	DOCUMENTOS RECUPERADOS COM A RESTRIÇÃO DE TÍTULO E RESUMO	DOCUMENTOS RECUPERADOS COM A COMBINAÇÃO DAS RESTRIÇÕES (DATA = 2 ANOS)	DOCUMENTOS RELEVANTES SELECIONADOS**
Bebidas Fermentadas/ Destiladas	469	86*	3
Produtos Alimentícios para Animais	316	54*	11
Bebidas não Alcolólicas	24*	3	3
Composições à Base de Proteínas	24*	2	8
Panificação	18*	-	5
Frutas e Hortaliças	9*	1	0
Óleos e Gorduras	4*	-	1
Outros	19*	2	4
Total	883	148	35

* Documentos que foram considerados para leitura de título e resumo. ** Documentos considerados relevantes após a leitura de título e resumo, os quais foram selecionados para análise qualitativa.

Fonte: Elaborada pelos autores deste artigo (2022)

Alguns documentos considerados relevantes foram depositados com mais de uma classificação IPC, pertencendo a mais de um setor. O documento DE4108319A1, por exemplo, descreve o uso do levedo como aditivo de ração de gado misturando-o com ração vegetal rica em amido, tendo classificações do setor de Frutas e Hortaliças e de Produtos Alimentícios para Animais. Nesse caso, a definição do setor levou em consideração a área mais pertinente, a partir da descrição do documento.

3.5.1 Setor de Bebidas Fermentadas/Destiladas

Nesse setor, o número de documentos relevantes ao tema da pesquisa encontrados após a leitura do título e resumo foi muito inferior ao número de documentos inicialmente recuperados. Isso ocorreu porque muitos desses documentos envolviam o uso da levedura antes de ser utilizada no processo de fermentação, além da presença de outros documentos que descreviam a fabricação de outros tipos de bebida, sem, necessariamente, utilizar o levedo ou se tratar da produção de cerveja.

Após a fermentação, ocorre o “*backslopping*”, ou seja, a reutilização das leveduras para o próximo processo fermentativo. Portanto, como forma de economia, as leveduras podem ser reaproveitadas em muitas fermentações sucessivas para produção de cerveja (SANTOS; ROCHA; ANDRADE, 2019). Dessa forma, esse setor já apresenta uma possibilidade difundida de destinação desse resíduo, podendo indicar um menor interesse em desenvolver outras aplicações.

Entretanto, foi recuperado o documento NL7013300A, que trata de um aromatizante de cerveja, preparado a partir do levedo, utilizado em produtos alimentícios ou cervejas maltadas de baixo teor alcoólico. O documento US5716653A, por sua vez, descreve um processo para retirar o amargor do levedo, visando à máxima eficiência com o mínimo impacto nas leveduras, para sua posterior utilização como células vivas, podendo ser utilizadas na fabricação de cerveja.

3.5.2 Setor de Produtos Alimentícios para Animais

Nesse setor foram encontradas aplicações do levedo para produtos utilizados na alimentação de diferentes animais, devido à sua composição nutricional com alto teor proteico. Entre os documentos recuperados, é possível citar o CN110200150A, que se refere a um método de preparação de biscoito para cães feito a partir do levedo. Já o documento CN109170363A apresenta uma invenção pertencente ao campo técnico de processamento de ração para aquicultura e revela uma ração composta de baixo teor de farinha de peixe e uma substância preparada a partir do levedo, que tem a capacidade de melhorar a taxa de pastejo da tilápia de Moçambique cultivada.

O documento CN108371243A descreve um método de produção de uma ração granulada mista integral para ovelhas à base de levedo com alta palatabilidade, benéfica para a digestão e absorção de nutrientes no trato digestório desses animais. O produto resultante é capaz de reduzir a taxa de conversão alimentar, acelerar a taxa de crescimento e melhorar a qualidade da carne, além de apresentar bons efeitos de prevenção e tratamento de doenças. Outro uso está explicitado no documento CN109770080A, apresentando um método de produção de ração de porco, alegando possuir qualidade melhorada e nutrição mais equilibrada para os suínos, utilizando levedo em pó, vinhaça fermentada de cerveja, farinha de milho, farelo de soja e uma pré-mistura.

3.5.3 Setor de Bebidas não Alcoólicas

No setor de Bebidas não Alcoólicas, o levedo é utilizado principalmente na elaboração de bebidas que, apesar de não conterem álcool, são à base de cerveja ou malte, sendo a maior parte dos documentos recuperados referentes à produção de bebida funcional. Destaca-se o documento US2021092980A1, que descreve uma bebida funcional enriquecida com aminoácidos e fibra dietética, feita à base de malte, ou cerveja não alcoólica ou aroma, de água e um autolisado obtido a partir de uma pasta de levedo.

3.5.4 Setor de Composições à Base de Proteínas

Esse setor está entre aqueles com maior quantidade de documentos recuperados, uma vez que o levedo possui alto teor proteico, estimulando o desenvolvimento tecnológico de aplicação dele em diferentes composições com a finalidade de melhorar a qualidade nutricional do produto final. Um dos usos do levedo nesse setor está descrito no documento BG103282A, referente à fabricação de produtos a partir do levedo como autolisado de levedura, hidrolisado de proteína, extrato de levedura e levedura sem núcleo e sem amargor. Esses produtos são utilizados como agentes enriquecedores de proteínas e vitaminas em alimentos, como agentes enriquecedores de sabor e como bioestimuladores de microrganismos na biotecnologia. Da mesma forma, o

documento RU2011133850A descreve um método para obtenção de um aditivo proteico a partir da diluição de levedura com água, concentração, desativação da levedura e secagem.

Dois documentos envolvem o processamento de iogurte. O CN110537581A se refere a um método de preparação de um iogurte à base de pasta de levedura, por meio da lavagem desta, em seguida tem-se uma emulsão de levedura, adição de um agente para tirar o amargor, centrifugação e secagem para obter o pó de levedura, o qual é adicionado durante o processamento do iogurte após a pasteurização. O documento CN107183177A, por sua vez, revela uma tecnologia para a preparação de uma cultura inicial de iogurte com pasta de levedo, por meio de processos de remoção do amargor, desodorização e autólise da pasta de levedo, fornecendo um aditivo alimentar natural com alto teor de proteínas e sabor agrídoce.

3.5.5 Setor de Panificação

De acordo com Gomes *et al.* (2021), o levedo de cerveja pode suprir necessidades nutricionais por meio da sua inserção na elaboração de produtos de panificação, pois essa matéria-prima é extremamente rica em nutrientes. Nesse contexto, o setor de Panificação apresentou documentos relacionados ao processamento e aos métodos de preparo de produtos utilizando levedo. O documento CN113331231A descreve um método de fabricação de um pão com sabor de cerveja utilizando levedo como um dos ingredientes, enquanto o documento CN112704102A revela um método de preparação de alimento à base de trigo com sabor de cerveja.

Além disso, o documento GB149533A discorre sobre um processo de tratamento de levedo para torná-lo adequado para fins de panificação, lavando-o por meio de uma peneira, adicionando uma mistura de bicarbonato de sódio e salicilato de sódio e, após algum tempo, uma solução de borato de sódio. Depois de algumas etapas, a levedura residual é deixada para assentar e, posteriormente, é misturada com creme de tártaro, farinha de batata e leite em pó seco e prensada.

3.5.6 Setor de Frutas e Hortaliças

Após a leitura de título e resumo, esse setor não obteve documentos relevantes ao tema da pesquisa nos quais ele predominasse. Ao total, foram encontrados três documentos depositados contendo classificações IPC que, pela identificação dos setores industriais, pertenceriam a esse setor e ao setor de Produtos Alimentícios para Animais ao mesmo tempo. Isso ocorreu porque dentro do setor de Frutas e Hortaliças, o grupo A23N 17/00 diz respeito à aparelhos especialmente adaptados ao preparo de produtos alimentícios para animais. Dessa forma, as invenções tinham relação com produção, métodos e equipamentos destinados à ração, como é o caso do documento HU190085B, que descreve um método e um equipamento para concentração de ração combinada com grãos de forragem úmidos. Dessa forma, mostrou-se mais adequado inserir esses documentos recuperados apenas no setor de Produtos Alimentícios para Animais.

3.5.7 Setor de Óleos e Gorduras

Para esse setor, foi encontrado apenas o documento JPH0530981A. Ele descreve um método de produção de óleos e gorduras contendo ácidos graxos insaturados a baixo custo por

secagem do levedo, extração da levedura seca com n-hexano, remoção das células e subsequente destilação do n-hexano.

3.5.8 Outros Setores

Essa categoria resultou em quatro documentos considerados relevantes, relacionados com aplicação e métodos de preparo de produtos que utilizam o levedo como matéria-prima nos grupos A23L 7/00 (produtos derivados de cereais), A23L 11/00 (leguminosas) e A23L 17/00 (frutos do mar).

O documento CN106036730A fornece um método de preparo para um tempero com sabor de camarão em conserva com molho de soja utilizando o levedo, fermentando-o, realizando a quebra das paredes celulares e cultivando por meio de um meio de cultura contendo ferro. Outro uso interessante está descrito no documento CN111172219A, apresentando um método de preparação de mananas, oligossacarídeos que compõem a parte externa da parede celular da levedura, e sua aplicação em um prato tradicional chinês. Esse documento alega que a adição de manana retarda o envelhecimento e a perda de umidade da composição, aumentando a vida útil do produto.

A invenção CN105011036A fornece um método de processamento para a produção de molho de cozimento de peixe adotando um método de fermentação composta. Além desse método de processamento, há, também, no documento um método básico para a produção de molho de outros sabores, em que o levedo é utilizado, reduzindo os custos de produção. Por fim, o documento JPS5763063A tem como objetivo o tratamento do extrato hidrossolúvel de soja, colocando-o em contato com o autolisado de levedura de cerveja para que o oligossacarídeo presente no extrato seja decomposto.

4 Considerações Finais

A partir da análise de evolução dos depósitos ao longo do tempo, observou-se que a quantidade de documentos publicados teve um alto crescimento entre 2006 e 2014, o que é justificado pela expansão da indústria cervejeira em conjunto com a necessidade de se encontrar outras destinações adequadas para o levedo. Além disso, observou-se o interesse tecnológico sobre o tema na China, Estados Unidos, Japão, Holanda e Suíça. Em contrapartida, o Brasil, apesar de ser líder mundial na produção de cerveja e, conseqüentemente, de levedo como coproduto, não se destacou entre os documentos patentários recuperados. Esse comportamento pôde ser atribuído à carência de fomento ao desenvolvimento tecnológico no país, à gestão de propriedade intelectual e à consolidação do uso do levedo na produção de ração animal.

Com a distribuição, por meio da classificação IPC, dos documentos recuperados entre os setores da indústria de alimentos, concluiu-se que os setores de Bebidas Fermentadas/Destiladas e de Produtos Alimentícios para Animais tiveram destaque, com a maior quantidade de documentos recuperados. Os dados encontrados nessa primeira análise revelaram que, apesar de haver o interesse nas aplicações do levedo na indústria de alimentos como um todo, elas estão concentradas nos setores mais consolidados com seu uso. No setor de Bebidas Fermentadas/Destiladas é comum a reutilização do levedo nos processos fermentativos. Já no setor de

Produtos Alimentícios para Animais é recorrente a utilização do levedo descartado do processo como matéria-prima na produção de ração.

A partir da análise qualitativa, foi possível identificar um potencial de aplicação do levedo no desenvolvimento de produtos com alto teor proteico. Essa é uma das principais características do levedo que estimula sua aplicação na área de alimentos. Porém, o amargor da levedura ainda é frequentemente apontado como um desafio tecnológico para a aplicação no desenvolvimento de novos produtos. Sendo assim, a aplicação do levedo de cerveja vai além da simples utilização como matéria-prima na produção de ração animal e de bebidas fermentadas, exigindo exploração tecnológica que permita superar os desafios de aplicação em outras áreas.

5 Perspectivas Futuras

O Brasil é um dos principais produtores mundiais de cerveja (MAPA, 2021), logo, a geração de coprodutos dessa indústria é um ponto relevante e seu desenvolvimento tecnológico necessita de atenção, sendo que o levedo de cerveja tem destaque nesse cenário. Sendo assim, espera-se que os resultados encontrados com este trabalho sirvam de estímulo aos diferentes setores da área de alimentos na pesquisa e no desenvolvimento de novos produtos e processos. O alto valor nutricional do levedo, principalmente por causa do alto teor de proteínas e de micronutrientes, faz com que esse material tenha grande potencial de utilização no desenvolvimento de novos produtos, indo além da alimentação animal.

Os documentos recuperados neste trabalho estiveram majoritariamente restritos a métodos de tratamento do levedo e sua posterior aplicação no desenvolvimento de produtos. Pouca informação foi recuperada sobre o uso desse coproduto para produção de outros componentes com aplicação na indústria de alimentos, como, betaglucanas, enzimas, agentes antioxidantes, entre outros, já descritos na literatura científica (JAEGGER *et al.*, 2020). A estratégia de busca adotada neste trabalho, que se limitou às classificações IPC da área de alimentos, pode ter excluído documentos que tratam, principalmente, sobre os processos de obtenção de outros compostos provenientes do levedo de cerveja.

A evolução na quantidade de depósitos de patentes na área nas duas últimas décadas demonstra que essa área ainda apresenta um potencial de inovação tecnológica a ser explorado, principalmente no Brasil, país no qual o número de documentos patentários é baixo, quando comparado com outros líderes na produção mundial de cerveja. Portanto, novos estudos prospectivos podem ser desenvolvidos a fim de identificar as lacunas específicas dentro de cada setor da indústria de alimentos e como eles podem ser beneficiados a partir do desenvolvimento tecnológico aplicado ao levedo de cerveja.

O baixo número de documentos recuperados para os setores de Bebidas Fermentadas/Destiladas e de Produtos Alimentícios para Animais demonstra uma saturação no desenvolvimento tecnológico nesses campos. Porém, outros setores, como Frutas e Hortaliças e Óleos e Gorduras, podem ser ainda explorados, principalmente no que diz respeito à aplicação do conhecimento científico sobre a transformação do levedo em outros ingredientes com alto valor agregado para a indústria de alimentos.

Referências

- ALBUQUERQUE, B. F. **Estudo e modelagem da evolução de depósitos de patente e propriedades industriais**. 2022. 100f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Telecomunicações) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2022.
- BRASIL, V. C. B. *et al.* Estudo Prospectivo e Tecnológico do Trigo Sarraceno (*Fagopyrum esculentum*) com Ênfase na Produção de Cerveja. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 12, n. 5, Edição Especial, p. 1.541-1.541, 2019.
- CARVALHO, A. P.; BARBIERI, J. C. Inovações socioambientais em cadeias de suprimento: um estudo de caso sobre o papel da empresa focal. **Revista de Administração e Inovação**, [s.l.], v. 10, n. 1, p. 232-256, 2013.
- FERNANDES, T. L. *et al.* Prospecção Tecnológica: uma visão das inovações e perspectivas do mercado cervejeiro. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 10, n. 4, p. 580-595, 2018.
- GOMES, A. P. B.; ONGARATTO, R. S. Prospecção tecnológica do levedo como resíduo na indústria cervejeira. **Pesquisas e Atualizações em Ciências dos Alimentos**, [s.l.], v. 1, p. 954-963, 2021.
- GOMES, N. G. *et al.* Desenvolvimento e avaliação sensorial de um produto de panificação do tipo biscoito, hiperproteico utilizando levedura de cerveja como principal ingrediente inovador. **Brazilian Journal of Development**, [s.l.], v. 7, n. 1, p. 7.352-7.369, 2021.
- GUIMARÃES, B. P.; EVARISTO, R. B. W.; GHESTI, G. F. Prospecção tecnológica do lúpulo (*Humulus lupulus* L.) e suas aplicações com ênfase no mercado cervejeiro brasileiro. **Cadernos de Prospecção**, Salvador, v. 14, n. 3, p. 858-872, 2021.
- JAEGER, A. *et al.* Brewer's spent years (BSY), an underutilized brewing by-product. **Fermentation**, [s.l.], v. 6, n. 4, p. 123, 2020.
- MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Anuário da cerveja 2021**. Brasília, DF: MAPA, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/publicacoes/anuario-da-cerveja-2021.pdf>. Acesso em: 7 jan. 2023
- METRI, A. C. *et al.* Farinha de mandioca enriquecida com bioproteínas (*Saccharomyces cerevisiae*), em associação ao feijão e arroz, na dieta de ratos em crescimento. **Revista Nutrição**, [s.l.], v. 16, n. 1, p. 73-81, 2003.
- NEGRI, J. A. Investir em Inovação é Garantir o Futuro – Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação e Infraestrutura (DISET) – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). **Radar**, [s.l.], v. 64, 2020.
- OLAJIRE, A. A. The brewing industry and environmental challenges. **Journal of Cleaner Production**, [s.l.], v. 256, 102817, 2020.
- RECH, K. P. M.; ZORZAN, V. **Aproveitamento de resíduos da indústria cervejeira na elaboração de cupcake**. 2017. 44f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2017.
- SANTOS, D. A.; ROCHA, A. M.; ANDRADE, V. D. Mapeamento Patentário sobre Recuperação de Leveduras Cervejeiras. **Revista Interdisciplinar de Pesquisa em Engenharia**, [s.l.], v. 5, n. 2, 2019.

SHURSON, G. C. Yeast and yeast derivatives in feed additives and ingredients: Sources, characteristics, animal responses, and quantification methods. **Animal Feed Science and Technology**, [s.l.], v. 235, p. 60-76, 2018.

STEFANELLO, F. S. *et al.* Brewers' spent grain: bioactivity of phenolic compounds: applicability in animal nutrition and functional foods. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, [s.l.], v. 18, p. 1-10, 2014.

ZAMBONELLI, C. *et al.* Autolysis of yeasts and bacteria in fermented foods. **Italian Journal of Food Science**, [s.l.], v. 12, n. 1, p. 9-21, 2000.

Sobre os Autores

Ricardo Ongaratto

E-mail: rsongaratto@eq.ufrj.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5791-7405>

Doutor em Engenharia Química.

Endereço profissional: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Centro de Tecnologia, Av. Athos da Silveira Ramos, n. 149, Escola de Química, Bloco E, Sala E-203, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro. CEP: 21941-909.

Giovanna Vitória Gaglianone Saraiva Costa

E-mail: giovannavittoria@eq.ufrj.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9164-9873>

Graduanda em Engenharia de Alimentos.

Endereço profissional: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Centro de Tecnologia, Av. Athos da Silveira Ramos, n. 149, Escola de Química, Bloco E, Sala E-203, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro. CEP: 21941-909.