



Prospecção tecnológica do subproduto da Indústria Cervejeira

Bruno da Silva Oliveira¹, Franciele Dias Moura¹, Maria Clara Avelar Santos¹

(bruno.silvaoliver@outlook.com,
francieledias9@gmail.com,
mariaavelarsantos@gmail.com)

Professor orientador: Denílson de Jesus Assis

Coordenação de curso de Engenharia Química

Resumo

A cerveja é uma das bebidas mais consumidas no mundo, sendo que apenas no Brasil, a produção de cerveja chega a 14,1 bilhões de litros por ano. Tendo como matérias primas a água, o malte, o lúpulo e a levedura, a cerveja tem um importante papel econômico, social, gastronômico e cultural no mundo. No entanto, o mercado cervejeiro gera um alto índice de resíduos, tendo como principais resíduos gerados o bagaço de malte, o trub, a terra diatomácea e o resíduo de levedura. Devido a esse alto índice de resíduos, é notável a importância de prospectar novas tecnologias para reutilização desses itens, de maneira a agregar valor aos principais subprodutos do processo. Como metodologia de pesquisa, foi utilizado o banco de dados do Word Wide EN, via Espacenet, que é considerado a base de dados do Escritório Europeu de Patentes (EPO). A pesquisa foi realizada através da combinação de três palavras chaves, “brewery”, “waste” e “byproduct”. Tendo como objetivo explorar inovações tecnológicas que envolvem a valorização dos resíduos de malte e levedura para diversas aplicações industriais, foram encontrados 139 documentos de patentes no Espacenet, a maioria publicada na China. A maior parte das tecnologias estão relacionadas a alimentos, destacando os resíduos de malte para necessidades humanas e ração animal, seguida da utilização como fontes de nutrientes para microrganismos. A análise temporal dos documentos mostra que, especialmente, a partir de 1970 houve um aumento exponencial em relação ao interesse em desenvolver e proteger tecnologias para necessidades humanas utilizando resíduos de malte e levedura, criando expectativas de avanços tecnológicos nos próximos

anos. Com base nos dados e na composição química desses resíduos, fica evidente a existência de inúmeras possibilidades de aplicações ainda a serem exploradas nas áreas de necessidade humanas, como saúde, nutrição, higiene e cosmética, além da construção civil.

Palavras-chave: malte, bagaço, levedura, resíduos, cerveja.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e, conseqüentemente, a demanda por produtos e energia, vêm contribuindo para escassez de recursos naturais e problemas ambientais decorrentes de acúmulo e/ou descarte inadequado dos resíduos, “o desordenado aumento populacional acentuou os problemas relacionados a esses resíduos, uma vez que o consumo desenfreado vem acompanhado da irresponsabilidade no gerenciamento e descarte, o que provoca desequilíbrio ambiental, prejudicando a qualidade dos recursos naturais. Desse modo, a sociedade moderna enfrenta essa problemática que é uma das grandes preocupações dos atores sociais e governamentais” (Freitas, 2021).

Os principais problemas ambientais estão associados aos descartes inadequados de resíduos domésticos e industriais, podendo poluir os solos, as águas e o ar, além de possíveis efeitos negativos sobre a saúde humana e na biodiversidade. As indústrias de alimentos e bebidas vem gerando resíduos sólidos durante a produção, uma vez que geram produtos altamente consumidos por humanos, como por exemplo a cerveja. Segundo Sebrae (2020), “os resíduos referem-se à parte restante do processo produtivo de humanos e animais ou às atividades produtivas (como matéria orgânica, lixo doméstico, águas residuais e gases liberados de processos industriais ou motores)”.

Considerada uma bebida milenar, a cerveja retém uma grande relevância econômica, política, religiosa, social, cultural e gastronômica, ao longo da história humana (Soares, 2017). Sua produção evoluiu ao longo dos séculos, criou diversos estilos únicos e hoje é uma das bebidas mais consumidas no mundo.

No Brasil a indústria cervejeira tem uma grande relevância, atualmente é o 3º maior produtor de cerveja do mundo, segundo pesquisa publicada em 2020 pela Barth-Haas Group. Em 2020, o Brasil chegou a mais de 1.300 cervejarias registradas, distribuídas por todas unidades da federação, um crescimento de 14,4%

em relação a 2019 (Mapa, 2020). Sua produção nacional chega a 14,1 bilhões de litros por ano, de acordo com a Associação Brasileira da Indústria da Cerveja (CervBRasil, 2021) movimentando cerca de R\$ 100 bilhões anuais, o que responde por 1,6% do PIB (Produto Interno Bruto) e emprega 2,7 milhões de pessoas no país. Por outro lado, há expectativa de um excedente de resíduos desse processo e, consequentemente, o aumento de seus possíveis impactos.

O mercado consumidor, gera grandes quantidades de resíduos que causam impactos ambientais significativos. No processo de produção da cerveja, há um grande consumo de água e energia, além de uma grande geração de resíduos e emissões, segundo Olajire, 2012. Suas fontes são geralmente: energia elétrica, energia térmica e/ou combustíveis fósseis (diesel, gás natural e carvão). O consumo de energia causa emissões de gases para a atmosfera, dentre os quais existem odores e vapores típicos do processo, no entanto, a emissão de gases de efeito estufa Dióxido de oxigênio (CO_2), Óxidos de nitrogênio (NO_x), Dióxido de enxofre (SO_2), gerados no processo de combustão no interior da maquinaria, são consideradas as mais relevantes porque são os gases que causam as mudanças climáticas (Olajire, 2012).

Os resíduos sólidos gerados na produção de cerveja são: bagaço de cevada, trub, terra diatomácea, resíduo de levedura e material de embalagem. Dentre os resíduos úmidos, o bagaço de malte representa 85% do total de subprodutos gerados, sendo considerado o mais importante do processo de fabricação da cerveja (Azevedo, 2015). Esse resíduo tem um elevado teor de umidade e é altamente perecível, o que pode torná-lo um desafio para o armazenamento e descarte adequado. Se o resíduo de malte não for gerenciado adequadamente, pode causar impactos negativos ao meio ambiente. Por exemplo, se descarte em aterros sanitários com elevado teor de umidade, pode contribuir para a produção de chorume, um líquido poluente que pode contaminar solos e corpos d'água próximos. Outro problema é a decomposição em metano, um gás de efeito estufa mais potente que o dióxido de carbono, contribuindo para o aquecimento global e a mudança climática (Souza, 2017).

Levando em consideração essa alta produção e geração de resíduos, vem sendo incentivado pesquisas para reutilização desses itens. O bagaço de malte tem sido usado como um complemento na dieta alimentar em humanos e animais,

porque é rico em proteínas e fibras. Da mesma forma, o excedente de levedura (segundo maior subproduto da indústria da cerveja) é geralmente vendido como matéria-prima para alimentar principalmente bovinos e suínos, é uma excelente fonte de proteína, fonte de vitaminas B, ácidos nucleicos e minerais, incluindo a forma biologicamente ativa do cromo, que aumenta a atividade da insulina (Aldana, Oliveira, Waldman, 2021). Na busca de alternativas não convencionais como fonte de energia, o potencial do bagaço de cevada como produtor de biogás foi investigado. Onwosi *et al.* (2009), testaram a eficiência do bagaço de cevada usando digestores anaeróbios, com rendimento de biogás entre 58 e 65 % de metano, demonstrando o potencial do bagaço como produtor de biogás, também relataram que o lodo residual gerado após a digestão tem aplicações potenciais como fertilizante de alta qualidade.

No entanto, diversas tecnologias inovadoras podem ser desenvolvidas empregando resíduos orgânicos do processo cervejeiro, de maneira a agregar valor aos principais subprodutos do processo, ampliando as oportunidades de negócios. Nesse sentido, os documentos de patentes são importantes fontes de dados mundiais, pois tratam de inovações tecnológicas de interesse mercadológico.

Diante das informações apresentadas, é promissor explorar ainda mais as potencialidades dos resíduos cervejeiros. Assim, o objetivo deste artigo é prospectar tecnologias relacionadas à valoração da biomassa residual do processo cervejeiro e seu potencial na geração de produtos de alto valor. Ambientalmente, o aproveitamento de resíduos pode contribuir para a redução da poluição. Economicamente, o reaproveitamento de resíduos pode gerar novos produtos de baixo custo e de alto valor agregado. Socialmente, o reaproveitamento de resíduos pode gerar empregos e oportunidades de negócios.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cerveja

Muller (2002) define cerveja como uma bebida que surgiu a partir da fermentação alcoólica de extratos obtidos através do cozimento de um cereal maltado com adição de lúpulo. Complementarmente, Keukelereie (2000) relata que a composição da cerveja contempla cerca de 2 a 6% de extrato residual, 2 a 6%

etanol, 0,35 a 0,5% de dióxido de carbono e 90 a 95% de água, podendo variar conforme o tipo de cerveja a ser produzido.

Segundo Junior *et al.* (2009), as cervejas podem ser classificadas como cervejas de alta fermentação, que é aquela obtida por ação de leveduras cervejeiras que emerge a superfície do líquido na fermentação tumultuosa, e cervejas de baixa fermentação, onde a ação da levedura cervejeira que se deposita no fundo da cuba durante ou após a fermentação tumultuosa. As leveduras mais utilizadas em cervejaria são de duas espécies do gênero *Saccharomyces*: *Saccharomyces cerevisiae* (alta fermentação) e *Saccharomyces uvarum* (baixa fermentação) (EMBRAPA, 2010). Além disso, podem ser denominadas como Pilsen, Lager, Dortmunder, Munchen, Bock, Malzbier, Ale, Stout, Porter e Weissbier, de acordo com seu tipo internacionalmente conhecido, conforme apresentado na Tabela 1 (Ferreira *et al.*, 2009).

Tabela 1. Tipos de Cerveja

Cerveja	Origem	Coloração	Teor alcoólico	Fermentação
<i>Pilsen</i>	Alemanha	Clara	Médio (3 a 5%)	Baixa
<i>Lager</i>	Alemanha	Clara	Médio (4 a 6%)	Baixa
<i>Dortmunder</i>	Alemanha	Clara	Médio (3 a 5%)	Baixa
<i>Munchen</i>	Alemanha	Escura	Médio (5 a 7%)	Baixa
<i>Bock</i>	Alemanha	Escura	Alto (10%)	Baixa
<i>Malzbier</i>	Alemanha	Escura	Alto	Baixa
<i>Ale</i>	Inglaterra	Clara e Avermelhada	Médio ou Alto (5 a 8%)	Alta
<i>Stout</i>	Inglaterra	Escura	Alto (8 a 12%)	Geralmente Baixa
<i>Porter</i>	Inglaterra	Escura	Alto	Alta ou Baixa
<i>Weissbier</i>	Alemanha	Clara	Médio (4 a 6%)	Alta

Fonte: Elaborada pelos autores, 2023.

Considerada como a principal matéria-prima do processo de fabricação, a água define onde a cervejaria deve ser instalada, sendo um dos principais fatores da produção de cerveja, já que em média é gasto cerca de 10L de água para se produzir apenas 1L de cerveja (Junior *et al.*, 2009).

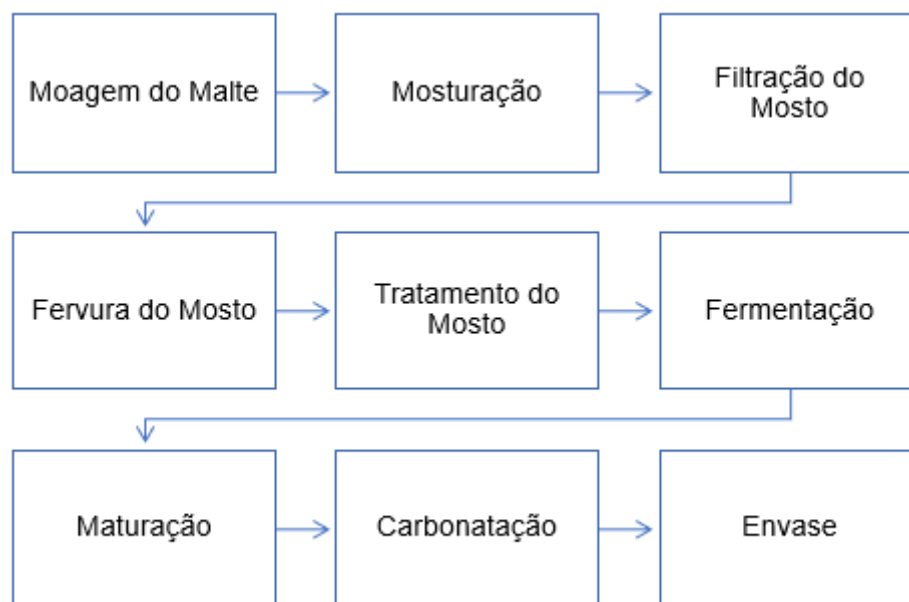
O malte também é um fator crucial na produção, pois ele é o responsável pelo

fornecimento dos açúcares utilizados na fermentação (Ferreira *et al.*, 2009). Segundo Neto (2009), o lúpulo é utilizado na saborização e aromatização da cerveja, sendo um dos últimos ingredientes a serem dosados. Esse processo se dá através da produção de “blends” entre diversas variedades de lúpulo, proporcionando as características de amargor e aromáticas da cerveja. Já as leveduras são os biocatalisadores do processo. A sua função é realizar a transformação do açúcar em álcool e gás carbônico, porém as cepas dessa levedura também influenciam em propriedades organolépticas do produto obtido, auxiliando na saborização e aromatização da cerveja (Vieira *et al.*, 2009).

2.1.2 Processo de fabricação

Segundo Cereda *et al.* (2001), o processo de produção da cerveja pode ser dividido em diversas etapas como moagem do malte, mosturação, filtração do mosto, fervura do mosto, tratamento do mosto, fermentação, maturação, carbonatação e envase, conforme mostrado na Figura 1:

Figura 1. Fluxograma do Processo de fabricação de cerveja



Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

De acordo com Ferreira *et al.* (2009), a moagem do malte é um preparo para mosturação, tendo uma significativa influência no rendimento desse processo. A moagem pode variar entre seca e úmida, não podendo ter uma granulometria muito

fina, pois pode dificultar a filtragem, e nem uma granulometria muito elevada, pois pode dificultar o processo de hidrólise do amido presente no grão de malte.

O processo de mosturação ocorre após adicionar a farinha de malte em água com temperatura entre 60° e 72°C, tendo como objetivo a conversão do amido em açúcares fermentescíveis, e solubilizar as substâncias do malte que se dissolvem facilmente em água, estimulando a hidrólise do amido e dos açúcares (Silva *et al.*, 2017).

Durante o processo de filtração do mosto, ocorre a separação entre o bagaço de malte e o mosto líquido, observando aspectos qualitativos como a pureza e turbidez, e aspectos econômicos, procurando obter um extrato com a maior qualidade possível e a maior rapidez de operação. O bagaço pode ser aplicado em utilizações como a fabricação de ração animal, e quando acrescido com outros componentes, como leveduras, depósitos proteicos e resíduos de cereais, pode ser utilizado na alimentação humana devido ao seu alto valor nutritivo (Vieira *et al.*, 2009).

Segundo Messerschmidt (2015), durante o processo de fervura, ocorre a adição do lúpulo, esterilização do mosto e coagulação proteica do mosto. É nessa etapa que ocorre a extração dos componentes amargos e aromáticos do lúpulo, que proporcionam o sabor à cerveja. O mosto é mantido em fervura por 60 a 90 minutos, até atingir uma concentração ideal de açúcar para a fermentação (Silva *et al.*, 2017).

Na etapa de fermentação, o mosto é direcionado ao fermentador, onde ocorre o resfriamento até alcançar uma temperatura aproximada de 12°C a 25°C atentando-se se a receita é de baixa fermentação (12°C a 14°C) ou alta fermentação (14°C a 25°C). Ao atingir a temperatura desejada para fermentação, ocorre a adição da levedura para que ocorra o processo de fermentação. É nessa etapa que ocorre a conversão dos açúcares do mosto em etanol e gás carbônico (Sanderson *et al.*, 2010).

Na etapa de maturação ocorre a fermentação complementar da cerveja, onde surgem alterações sensoriais e a precipitação das proteínas, sólidos solúveis e leveduras. Também ocorre a adição de antioxidantes para evitar ação de oxigênio residual, prevenindo a oxidação do produto (Vieira *et al.*, 2009).

A carbonatação poderá ser realizada através da injeção direta de gás carbônico por meio de pressurização, ou através do processo priming, processo este

mais utilizado em cervejarias artesanais. O priming consiste na adição de açúcar na cerveja não filtrada, com imediato envase. Através das ações das leveduras, ocorrerá a fermentação desse açúcar, e a produção de CO₂, e por estar fechada, ocorrerá a pressurização da garrafa, e conseqüentemente ocorre a incorporação do gás carbônico no líquido (Oetterer *et al.*, 2006).

Após o processo de carbonatação, a cerveja é pasteurizada ou ultrafiltrada. A pasteurização se dá através de túneis à temperatura aproximada de 60°C com a finalidade de destruir microrganismos deteriorantes, podendo ser armazenadas em garrafas e latas. A cervejas denominadas chopp, não sofrem o processo de pasteurização, sendo necessário o seu armazenamento em recipientes de aço inoxidável, alumínio ou madeira, sob influência de baixa temperatura, e tendo sua conservação limitada a aproximadamente um mês (Junior *et al.*, 2009).

2.2 Características Química da cerveja

As características químicas da cerveja são multifacetadas e complexas, envolvendo uma variedade de ingredientes e processos, um desses processos são os atributos físico-químicos da cerveja. Esses são fundamentais para desenvolver estratégias que aprimorem a produção e a qualidade da bebida, pois influenciam diretamente as propriedades sensoriais da mesma. As análises físico-químicas mais relevantes que podem ser aplicadas à cerveja incluem: avaliação do volume, pH, densidade, teor alcoólico, identificação de sais minerais, e vitaminas.

De acordo com Heymann e Ebeller (2017), o processo físico-químico é crucial para o setor de bebidas e é avaliado por meio de instrumentos analíticos. No entanto, esses instrumentos não conseguem captar a percepção humana, tornando a análise sensorial uma ferramenta indispensável no estudo de bebidas. Afinal, é a única maneira de medir a intensidade de um aroma ou sabor, avaliar a aceitação do produto ou fornecer respostas quantitativas sobre as características sensoriais da bebida.

A análise sensorial é um processo que transforma percepções subjetivas, geradas por estímulos sensoriais, em dados quantitativos e qualitativos. Heymann e Ebeller (2017) relata que, os métodos sensoriais são divididos em dois testes, discriminativos e descritivos, os discriminativos identificam diferenças perceptíveis entre produtos, e os descritivos destacam diferenças e intensidades entre produtos e

afetivos avaliam a aceitação ou preferência do consumidor pelo produto.

A análise sensorial é uma técnica valiosa e de grande relevância para a indústria. Quando a mesma é realizada de forma correta e criteriosa, torna-se possível identificar os principais atributos que estão relacionados com a qualidade e aceitação do produto, o que torna a empresa mais competitiva no mercado (Teixeira, 2009).

2.3 Subprodutos do Processo

Os subprodutos da cerveja são elementos que surgem durante o processo de fabricação, esse processo envolve grandes quantidades de volumes de água, bem como a elevada produção dos subprodutos (bagaço do malte, os resíduos de lúpulo e levedura).

De acordo com Stewart e Priest (2006), o bagaço do malte, os resíduos de lúpulo e a levedura são responsáveis por uma perda de 20% do volume da cerveja produzida. Esses componentes, embora sejam considerados "perdas" em termos de volume de cerveja, são cruciais para a qualidade e o sabor da bebida final. Segundo European Environment Agency (EEA), (2016), esses resíduos podem proporcionar uma redução de custos até 20%, introduzindo os resíduos em novos processos de maneiras sustentáveis, contribuindo para a economia circular na indústria cervejeira.

O bagaço de malte é um sólido insolúvel resultante na produção do mosto, composto basicamente por amido residual, pela casca do grão de cevada e outros cereais. O bagaço corresponde a cerca de 85% do total de subprodutos gerados (Ikram *et al.*, 2017; Ortiz *et al.*, 2019).

Os resíduos de lúpulo são removidos após a ebulição do mosto. Segundo Olajire (2012), este resíduo representa cerca de 0,2 a 0,4% do volume do mosto. Kao (2016), relata que aproximadamente 85% do material de lúpulo adicionado é removido como subproduto.

Durante a fermentação, as células de leveduras se multiplicam e são recuperadas no final do processo, podendo ser reutilizadas várias vezes, de forma a manter a eficiência de produção e qualidade da bebida (Olajire, 2012). Segundo Mussatto (2009), este resíduo merece atenção pelas suas propriedades químicas, sua capacidade de reprodução é de 3 a 5 vezes, gerando um excedente de produção, e se tornando o segundo maior subproduto das cervejarias.

2.3.1 Reutilização dos subprodutos

Diante dos possíveis potenciais dos resíduos da cervejaria, diversas pesquisas vêm focando na reutilização desses materiais. O bagaço de cevada é 85% do total dos subprodutos úmidos gerados, sendo considerado o mais importante do processo de fabricação da cerveja (Azevedo, 2015). Giuliani *et al.* (2019), realizaram vários testes para uma formulação de bolo a partir desse resíduo e teve um resultado positivo, com análises sensoriais satisfatórias. Em 2009, Fonseca *et al.*, realizaram uma pesquisa e observaram que poderia ser utilizado o resíduo úmido de cervejaria para inclusão da alimentação de cabras.

Os estudos de Reis *et al.* (2020), revelaram que as leveduras se mostraram ótimos biossorventes de fármacos, como o paracetamol, em água, sendo a maior remoção em pH 7,0. O aumento da temperatura permitiu maior eficiência no processo melhorando a adsorção em pH 5,0. Outra alternativa para as leveduras foi apresentada por Alberto (2022) ao desenvolver um adubo orgânico, bokashi, viável por ser de baixo custo, devido ao grande volume produzido de resíduos utilizados por uma cervejaria e também por não exigir muitas tecnologias para ser produzido.

3. METODOLOGIA

Para a busca de documentos de patentes foi utilizado o banco de dados do World Wide EN através do Espacenet, que é a base de dados do Escritório Europeu de Patentes (EPO), que atende mais de 90 países. Utilizou-se combinações de palavras-chave relacionadas ao tema em questão, sendo elas “brewery”, “waste” e “byproduct”, inseridas nos campos de título, resumo ou reivindicações dos documentos. O asterisco foi utilizado para incluir as variações posteriores das palavras, como o plural. As palavras foram cruzadas na tentativa de atender a dois requisitos: especificidade e quantidade de documentos a serem analisados. Os documentos foram recuperados no *software Excel* com o auxílio do *software CSVed*. Os dados possibilitaram analisar a evolução anual de depósitos de documentos, os maiores detentores com relação à origem e as principais áreas de aplicação das tecnologias. Além disso, a leitura e análise dos resumos oportunizou a associação dos

documentos de patente ao tema e a identificação dos produtos predominantes, bem como suas características.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 2 apresenta a estratégia de busca empregada para encontrar documentos que tratam do uso de resíduos produzidos pela indústria cervejeira, como bagaço do malte e levedura. A busca foi realizada inicialmente com a palavra-chave *Brewery*, e obteve um número de 954 registros de patentes, o que tornou a pesquisa bastante abrangente e, conseqüentemente, inviável para fins de análises. Nesse sentido, como o objetivo da pesquisa está voltado para os resíduos levedura e bagaço de malte, a busca foi realizada utilizando as palavras-chave *Brewery* e *Waste* obtendo 136 documentos de patentes. Outro meio de buscas foi com as palavras *Brewery* and *Byproduct*, que obteve 9 documentos de patentes e, por fim, foram feitas as combinações das palavras *Brewery* and *Byproduct* ou *Waste* obteve-se 139 documentos de patentes.

Sendo assim foi utilizado as combinações da última pesquisa citada, encontrado um total de 139 patentes, no qual 57 patentes correspondem com o foco do trabalho.

Tabela 2. Escopo da busca de documentos de patente

Palavras- Chave			Total
<i>Brewery</i>	<i>Waste</i>	<i>Byproduct</i>	
x			954
x	x		136
x		x	9
x	x	x	139

Fonte: Elaborado pelos autores baseados na base de dados Espacenet (2023).

Os códigos de classificação internacionais organizam as inovações de acordo com suas respectivas áreas de interesse. Assim, foram apresentados 128 códigos IPC e com as repetições deles um total de 192, distribuídos entre os documentos

recuperados. O gráfico da Figura 2 mostra os códigos que tiveram mais repetições, a partir de 3. Com isso, observa-se que o código A23K10/38 é o mais frequente (8 documentos), que corresponde a alimentos ou gêneros alimentícios a partir do tratamento desses resíduos, destacando os resíduos de malte dentro das necessidades humanas e alimentação animal. Isso evidencia o potencial do subproduto para contribuir com as soluções que atendam às demandas humanas de maneira sustentável.

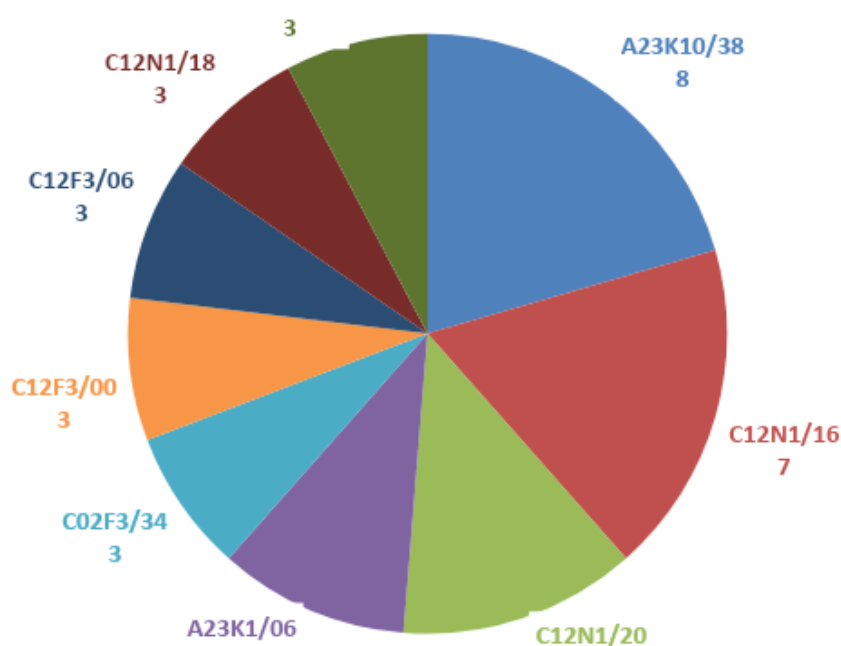


Figura 2.

Distribuição dos códigos de classificação de patentes.

Fonte: Elaboração própria - Dados coletados Espacenet.

A segunda maior aplicação (7 documentos) foi atribuída a C12N1/16, que está relacionada aos microrganismos ou enzimas de leveduras, além disso, 5 documentos da subclasse C12N1/20 estão relacionada à utilização de leveduras como parte integrante de meios de cultivos para bactérias. As aplicações voltadas para recuperação de subprodutos de soluções fermentadas estão representadas com 3 patentes.

Para obter uma análise mais detalhada, foram meticulosamente examinados os 12 códigos mais utilizados na subclasse A23K, como mostrado na tabela 3. Nota-se que a maioria das aplicações está relacionada a produtos alimentícios destinados ao consumo animal, é particularmente notável que uma ampla parcela desses produtos

origina-se de métodos de fermentação (A23K10/38 e A23K1/06).

Tabela 3. Assunto das patentes A23K10/38 e A23K1/06

Código	Título	Conteúdo
A23K10/38	Um método de tratamento de licores residuais obtidos pela destilação de álcool do mosto	A ração ou fertilizante animal é preparada misturando um pó seco com o licor residual da destilação do álcool do mosto. O pó seco pode ser composto de sementes oleaginosas, cereais, subprodutos industriais ou uma mistura desses ingredientes. A mistura é seca e pode ser transformada em uma refeição fina.
A23K10/38	Fermento residual de fermentação como ração para gado	A levedura residual de cubas de cervejaria é recuperada para uso como ração farmacêutica ou para gado. O produto é leve, concentrado e possui longa vida útil.
A23K10/38	Ração proteica de levedura probiótica	Uma ração proteica de levedura cervejeira, que contém resíduos de fábrica de alimentos contendo celulose, efluentes de cervejaria, uréia, celulase, bifidobactérias e lactobacilos, que são combinados para fortalecer o sistema imunológico de aves e suínos.
A23K10/38	Método para tratamento de resíduos de cerveja	O método consiste em adicionar uma pequena quantidade de fontes de nitrogênio a águas residuais de cervejarias contendo álcoois, tanina, pectina e corantes. Em seguida, uma levedura é inoculada no sistema para realizar o cultivo. A levedura é capaz de metabolizar os compostos orgânicos prejudiciais ou dificilmente digeríveis pelos microorganismos. As células de levedura podem ser recuperadas após o cultivo e utilizadas para outros fins, como alimentação animal ou produção de biocombustíveis.
A23K10/38 A23K1/06	Alimentos para animais à base de resíduos de malte de cerveja - por mistura, aquecimento curto e, em seguida, adição de ácido propiônico e palha	Rações de alimentação animal constituídas por malte fresco, cevada pequena, grãos quebrados, embriões, cascas, brotos e pó de malte, resíduos de cevada, fermento, borra quente e fria, cerveja verde e cerveja não filtrada.
A23K10/38 A23K1/06	Produto de ração animal completa	Resíduos úmidos de cervejaria misturados com fermento líquido de levedura, é submetido a um processo autolítico, sendo o procedimento adaptado às necessidades do animal.
A23K10/38 A23K1/06	Forragem de levedura granular refinada e sua preparação	A presente invenção refere-se a uma forragem granulada refinada com levedura, onde o resíduo da cervejaria é utilizado como matéria-prima.
A23K10/38 A23K1/06	Método para preparar mistura de forragem compósita	O método de preparação da mistura forrageira composta envolve a mistura de resíduos de produção de cerveja contendo resíduos de cerveja e levedura de cerveja empobrecida com matérias-primas vegetais. A mistura forrageira pode ser usada na alimentação de animais agrícolas e aves.

Fonte: Elaboração própria – Dados coletados Espacenet.

Esses resultados atestam que a maioria das patentes estão voltadas para

resíduos do malte, levedura ou bagaço, sendo utilizados como subprodutos de alguma indústria, como na produção de ração animal, método para tratamento de resíduos de cerveja, e forragem de resíduos como utilização de matéria-prima. Portanto, com base nos dados e na composição química do resíduo, fica evidente que existem inúmeras possibilidades de aplicação desse resíduo ainda a serem exploradas nas áreas de necessidade humana.

Entre os países que mais possuem pedidos internacionais de patentes, observou-se que a China lidera esse ranking, sendo o país com maior número de registros, 22, conforme as Figuras 3 e 4. O país lidera uma série de iniciativas tecnológicas globais. O relatório de 2021 da Organização Mundial de Propriedade Intelectual (OMPI) destacou um aumento de 4,2% no número de patentes ativas, chegando a cerca de 16,5 milhões. A China superou os Estados Unidos e se tornou a jurisdição com o maior número de patentes ativas, totalizando 3,6 milhões.



Figura 3.

Distribuição de documentos de patente entre os 7 principais países.

Fonte: Elaboração própria - Dados coletados Espacenet.

No ano de 2021, segundo a OMPI, foram registrados 3,4 milhões de pedidos de patente globalmente. Desses, 1,59 milhão foram recebidos pelo instituto de propriedade intelectual da China, quase igualando o total de pedidos recebidos pelos próximos 12 institutos no ranking. Após o instituto chinês, os institutos dos Estados Unidos (591.473), Japão (289.200), República da Coreia (237.998) e o Instituto Europeu de Patentes (188.778) seguem na lista. Esses cinco institutos foram responsáveis por 85,1% do total de depósitos de patentes em todo o mundo.

Conforme o gráfico da Figura 4, todos os países mencionados estão entre os primeiros no ranking de patentes.

Em relação ao total de pedidos depositados em 2021, dois terços (67,8%) foram recebidos por institutos de patentes situados na Ásia. Esse percentual representa um aumento expressivo em comparação aos 54,6% registrados em 2011, impulsionado principalmente pelo crescimento contínuo na China. Além dos resultados positivos da China em patentes, a OMPI também a coloca entre os primeiros em registro de marcas, desenho industrial, variedades vegetais e indicações geográficas.

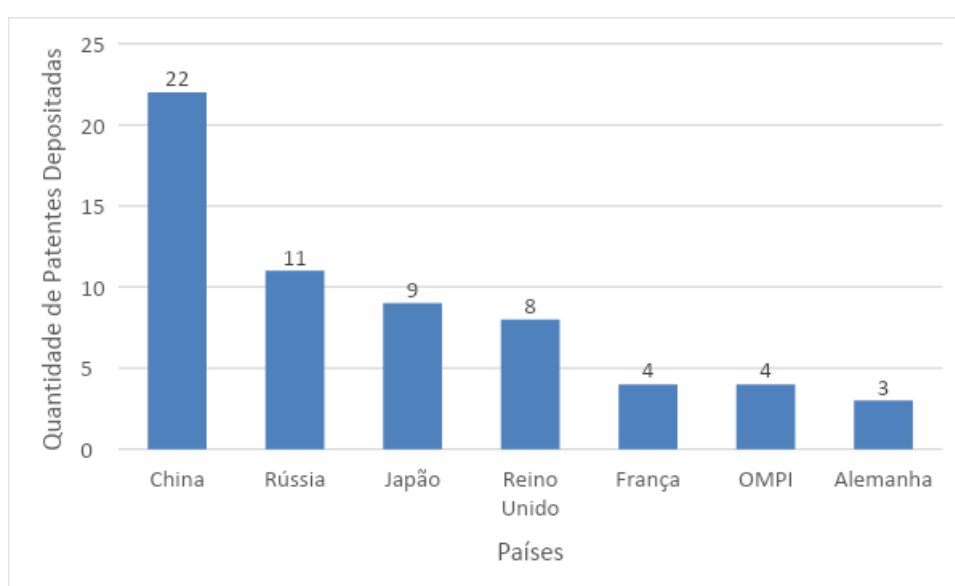


Figura 4.

Distribuição de documentos de patente entre os 7 principais países.

Fonte: Elaboração própria - Dados coletados Espacenet.

A evolução dos documentos de patentes relacionados às tecnologias desenvolvidas ao longo das últimas décadas apresenta uma trajetória de crescimento notável. Com base nos dados disponíveis, é possível notar que as patentes em questão foram depositadas inicialmente em 1897 e se estenderam até 2021 (como ilustrado nas Figuras 5 e 6), apresentando um padrão interessante. Nos primeiros 70 anos, de 1897 a 1969, o número de patentes registradas manteve-se praticamente constante, com uma média de aproximadamente um registro a cada cinco anos. Durante esse período, o maior intervalo sem depósitos ocorreu entre 1938 e 1950. Este padrão sugere que a inovação e o desenvolvimento tecnológico podem ter sido impactados por eventos históricos e mudanças sociais durante esse tempo. No

entanto, é importante notar que essas são apenas suposições e seria necessário um estudo mais aprofundado para confirmar essas hipóteses.

O primeiro registro de patente ocorreu em 1897, com melhorias no secamento dos resíduos dos grãos da cerveja. A partir de 1903, observou-se uma melhoria contínua e significativa nas patentes relacionadas aos resíduos gerados pela indústria cervejeira. Isso evidencia o crescente global no estudo de resíduos como o malte, a levedura e o bagaço. Essa tendência reflete a conscientização sobre a importância da gestão de resíduos e a busca por soluções sustentáveis na indústria cervejeira. Além disso, destaca a inovação contínua na exploração de novas utilizações para esses subprodutos, contribuindo para a economia circular e a sustentabilidade ambiental.

Ao examinar a Figura 6, observou-se um aumento notável no número de patentes solicitadas nos anos de 2001, 2002, 2013, 2015 e 2018. Este crescimento pode ser atribuído ao fato de que a propriedade intelectual se tornou uma fonte econômica de grande importância. Além disso, a necessidade de produção sustentável tem se tornado cada vez mais premente, o que também pode ter contribuído para este aumento, com reconhecimento do valor da inovação e da sustentabilidade no cenário econômico global.

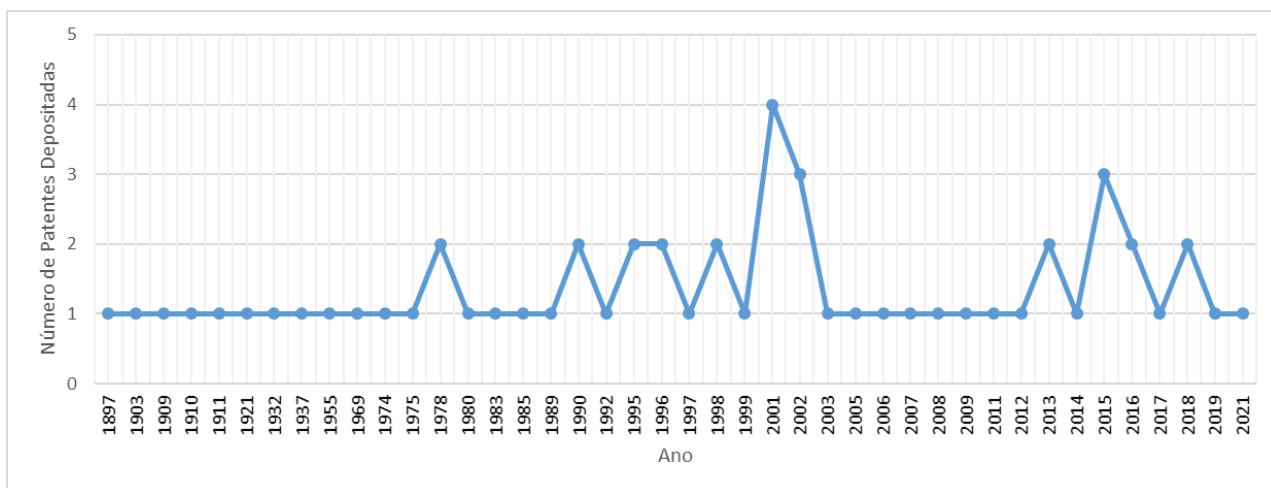


Figura 5. Evolução anual das patentes depositadas.

Fonte: Elaboração própria – Dados coletados Espacenet.



Figura 6. Depósito de patentes acumuladas entre 1897 e 2021.

Fonte: Elaboração própria Dados coletados Espacenet.

A quantidade de patentes depositadas tem apresentado um crescimento constante, conforme na Figura 6. No período de 2005 a 2021, o número de patentes variou de 38 a 57, indicando um aumento significativo. A partir de 2021, observa-se um cenário de estabilidade, sugerindo um ritmo consistente de inovação e desenvolvimento tecnológico. “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).

Diante das informações apresentadas, é promissor explorar ainda mais as potencialidades dos resíduos cervejeiros. Ambientalmente, o aproveitamento de resíduos pode contribuir para a redução da poluição. Economicamente, o reaproveitamento de resíduos pode gerar novos produtos de baixo custo e de alto valor agregado. Socialmente, o reaproveitamento de resíduos pode gerar empregos e oportunidades de negócios.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados possibilitaram compreender que a China é o país que mais investe em tecnologias aplicadas aos resíduos de cervejeira, sendo responsável por 31% dos depósitos tecnológicos mundiais. A maioria das tecnologias está relacionada à produção de alimentos e produtos alimentícios, sobretudo para animais. A análise temporal dos documentos demonstra que o ciclo de vida dessas tecnologias ainda está em fase de crescimento, indicando que o setor ainda necessita de inovação para alcançar a maturidade. Assim, com base nos dados e na composição química desses resíduos, fica evidente que existem inúmeras possibilidades de aplicação ainda a serem exploradas nas áreas de necessidade humanas, como saúde, nutrição, higiene e cosmética, além da construção civil.

2. AGRADECIMENTOS

Agradecemos, primeiramente, a Deus, por ter me concedido a sabedoria e a força para concluir este trabalho.

Ao nosso orientador, Denílson de Jesus Assis, pela orientação, paciência e disponibilidade ao longo de todo o processo. Sua contribuição foi fundamental para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores da UNA, que nos proporcionaram o conhecimento necessário para a realização deste trabalho, em especial, ao nosso coordenador Pedro Prates Valério.

Aos nossos amigos e familiares, pelo apoio e incentivo constante.

Aos nossos colegas de curso, pelas trocas de experiências e amizades.

Este trabalho é o resultado de um esforço coletivo de muitas pessoas. Agradecemos a todos que, de alguma forma, contribuíram para a sua realização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MULLER, Arno. Cerveja. In: CERVEJA!. 1. ed. Canoas: Editora da ULBRA, 2002. cap. 1, p. 15 -16.

DE KEUKELERIE, D. Fundamentals of beer and hop chemistry. Química Nova, n. 23, p. 108-112, 2000.

SANDERSON, K.; ORIENTE, A.; BOLDO, E.M. Controle estatístico da etapa fermentativa no processo de produção da cerveja. Biochemistry and Biotechnology Reports, v.3, p.73-84, 2010.

VENTURINI FILHO, W.G.; CEREDA, M.P. Cerveja. In: AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U. de A. (Coord.). Biotecnologia na produção de alimentos. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. Cap.4, p.91-144. (Biotecnologia Industrial, v.4).

REBELLO, Flávia De Floriani Pozza. PRODUÇÃO DE CERVEJA. REVISTA AGROGEOAMBIENTAL, [S. l.], p. 145-155, 1 dez. 2009. Disponível em: <https://agrogeoambiental.ifsuldeminas.edu.br/index.php/Agrogeoambiental/article/view/224/1878>. Acesso em: 10 nov. 2023.

JUNIOR, Amaro A. D.; VIEIRA, Antonia G.; FERREIRA, Taciano P. Processo de Produção de Cerveja. Revista Processos Químicos, [S. l.], p. 61-71, 1 jul. 2009. Disponível em: https://ojs.rpqsena.org.br/index.php/rpq_n1/article/view/35/26. Acesso em: 14 nov. 2023.

PESTANA, Sandra dos Santos. SUSTENTABILIDADE ECONÓMICA E AMBIENTAL DOS SUBPRODUTOS DA CERVEJA. Universidade Aberta, [s. l.], p. 1-118, ano 2022.

Disponível

em:

https://repositorioaberto.uab.pt/bitstream/10400.2/13287/1/TMCCA_SandraPestana.pdf
f. Acesso em: 15 nov. 2023

RIBEIRO, Eduardo Silveira; FARIAS, Bruna Silva de; MENEGAZZI, Guilherme da Silva; PINTO, Luiz Antonio de Almeida; DIAZ, Patrícia Silva. Produção de cerveja e análise sensorial: um referencial teórico. *Ciência e Tecnologia de Alimentos: Pesquisa e Práticas Contemporâneas - Volume 2, Pelotas - Rs*, p. 657-670. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/210805711.pdf>. Acesso em: 11 out. 2023.

OLIVEIRA, Ariane Maria Rodrigues de; DREVECK, Djenifer; ARL, Miriam. ANÁLISE DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE CERVEJA, São Bento do Sul - Sc, Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/36262/1/TCC.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2023.

REIS, Gabriela Thais Cavaleiro dos; MACIEL, Giselle Maria; SYBUIA, Priscila Ayumi; CASTOLDI, Rafael; PERALTA, Rosane Marina; SOUZA, Cristina Giatti Marques de. Resíduo da Indústria Cervejeira: Potencial de Uso Como Biossorvente de Fármacos de Águas Residuais, *Maringá*, v. 1, n. 1, p. 1-8, 20 dez. 2020.

TELES, Jéssica Cristine; ROVEROT, Gabriela Pereira; BARANA, Ana Claudia. Geração de Resíduos em Uma Microcervejaria: Balanço de Massa e Alternativas de Tratamento, *Curitiba*, v. 1, n. 1, p. 1-14, jan. 2023.

TEIXEIRA, Sérgio Ivan Peixoto. Bioprocessamento de Carcaça de Tilápia *Oreochromis Rilloticus* e Resíduos da Fabricação de Cerveja Para Elaboração de Ensilados., *Ceará*, v. 1, n. 1, p. 1-40, ago. 2006.

PIMENTA, Larissa Bicalho; RODRIGUES, Juliana Kátia Lopes Araújo; SENA, Marlen Danielle Dias; CORRÊA, Anna Labelle Alves; PEREIRA, Raissa Lorena Gomes. A História e o Processo da Produção da Cerveja: Uma Revisão, [s. l], v. 1, n. 1, p. 1-18, nov. 2020.

SOARES, M. R.; SILVA, F. M. Estudo conceitual sobre a produção de cerveja artesanal.

Revista Brasileira de Cerveja e Tecnologia de Alimentos, v. 2, n. 1, p. 24-36, 2017.

Onwosi, C.; Okereke, G.; Effect of water dilution and nutrient supplements (wood ash, urea and poultry droppings) on biogas production from brewers spent grain.

*CurrentResearchTopicsinAppliedMicrobiologyandMicrobialBiotechnology*2009, 232. [CrossRef]

ALDANA, Carolina Duque; OLIVEIRA, Luciana Camargo de; WALDMAN, Walter Ruggeri. Uma Visão Geral da Valorização de Subprodutos Gerados na Indústria Cervejeira, *São Carlos*, v. 13, n. 4, p. 1-7, fev. 2021.

RECH, Kamila Paula Machado; ZORZAN, Vanessa. Aproveitamento de Resíduos da Indústria Cervejeira na Elaboração de Cupcake, *Francisco Beltrão*, p.1-44, dez. 2017.

FIGUEIREDO, Gleidson Silva. Análise de Impactos Ambientais Ocasionados Por

Resíduos de Malte Oriundos de Uma Cervejaria: Um Estudo de Campo em Uma Empresa Localizada no Norte do Brasil, Florianópolis, v. 1, n. 1, p. 1-123, jun. 2023.

REIS, Gabriela Thais Cavaleiro dos; MACIEL, Giselle Maria; SYBUIA, Priscila Ayumi; CASTOLDI, Rafael; PERALTA, Rosane Marina; SOUZA, Cristina Giatti Marques de. Resíduo da Indústria Cervejeira: Potencial de Uso Como Biossorvente de Fármacos de Águas Residuais, Maringá, v. 1, n. 1, p. 1-8, 20 dez. 2020.

TELES, Jéssica Cristine; ROVEROT, Gabriela Pereira; BARANA, Ana Claudia. Geração de Resíduos em Uma Microcervejaria: Balanço de Massa e Alternativas de Tratamento, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 1-14, jan. 2023.

TEIXEIRA, Sérgio Ivan Peixoto. Bioprocessamento de Carcaça de Tilápia *Oreochromis Rilloticus* e Resíduos da Fabricação de Cerveja Para Elaboração de Ensilados., Ceará, v. 1, n. 1, p. 1-40, ago. 2006.

PIMENTA, Larissa Bicalho; RODRIGUES, Juliana Kátia Lopes Araújo; SENA, Marlen Danielle Dias; CORRÊA, Anna Labelle Alves; PEREIRA, Raissa Lorena Gomes. A História e O Processo da Produção da Cerveja: Uma Revisão, [s. l], v. 1, n. 1, p. 1-18, nov. 2020.

SOARES, M. R.; SILVA, F. M. Estudo conceitual sobre a produção de cerveja artesanal. Revista Brasileira de Cerveja e Tecnologia de Alimentos, v. 2, n. 1, p. 24-36, 2017.

Onwosi, C.; Okereke, G.; Effect of water dilution and nutrient supplements (wood ash, urea and poultry droppings) on biogas production from brewers spent grain. CurrentResearchTopicsinAppliedMicrobiologyandMicrobialBiotechnology2009, 232. [CrossRef]

ALDANA, Carolina Duque; OLIVEIRA, Luciana Camargo de; WALDMAN, Walter Ruggeri. Uma Visão Geral da Valorização de Subprodutos Gerados na Indústria Cervejeira, São Carlos, v. 13, n. 4, p. 1-7, fev. 2021.

RECH, Kamila Paula Machado; ZORZAN, Vanessa. Aproveitamento de Resíduos da Indústria Cervejeira na Elaboração de Cupcake, Francisco Beltrão, p. 1-44, dez. 2017.

FIGUEIREDO, Gleidson Silva. Análise de Impactos Ambientais Ocasionados Por Resíduos de Malte Oriundos de Uma Cervejaria: Um Estudo de Campo em Uma Empresa Localizada no Norte do Brasil, Florianópolis, v. 1, n. 1, p. 1-123, jun. 2023.

Gov. Mercado cervejeiro cresce no Brasil e aumenta interesse pela produção nacional de lúpulo e cevada. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/agricultura-e-pecuaria/2021/08/mercado-cervejeiro-cresce-no-brasil-e-aumenta-interesse-pela-producao-nacional-de-lupulo-e-cevada>. Acesso em: 01 nov. 2023

OETTERER, Marília, et al. Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos. Barueri, SP: Manole, 2006.

Gov. Mercado cervejeiro cresce no Brasil e aumenta interesse pela produção nacional

de lúpulo e cevada. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/agricultura-e-pecuaria/2021/08/mercado-ervejeiro-cre-sce-no-brasil-e-aumenta-interesse-pela-producao-nacional-de-lupulo-e-cevada>. Acesso em: 01 nov. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6022: informação e documentação - artigo em publicação periódica técnica e/ou científica - apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

BAPTISTA, João Lucas Mendes; RODOLPHO, Daniela. GESTÃO DOS RESÍDUOS NA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA. Interface Tecnológica, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 567-579, 30 jul. 2021.

SANTOS, Maurina de Jesus; RODRIGUES, Alex Sandro Santos; ANDRADE, João Vieira de; QUEISSADA, Daniel Delgado. OS IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELO DESCARTE INADEQUADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS. Gestão e Sustentabilidade Ambiental, Santa Catarina, 11 jun. 2022. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/24090/1/Artigo%20Os%20impactos%20ambientais%20.pdf>. Acesso em: 21 out. 2023

WIPO. Wipo Ip Facts And Figures 2022, Genebra, v. 0, n. 0, p. 0-0, 2022. Disponível em: <https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo-pub-943-2022-en-wipo-ip-facts-and-figures-2022.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2023.

WIPO. Com Crescimento Impulsionado Pela Ásia, Depósitos de Pi em Todo O Mundo Registram Novo Recorde Histórico em 2021, Genebra, v. 0, n. 0, p. 0-0, 2022. Disponível em: https://www.wipo.int/pressroom/pt/articles/2022/article_0013.html#:~:text=Estima%2Dse%20que%20em%202021,%2C%20com%20%2C6%20milh%C3%B5es. Acesso em: 28 nov. 2023.

EMBRAPA. Disponível em : <https://www.embrapa.br/> . Acesso em 08/12/2023.

ONGARATTO, Ricardo; COSTA, Giovanna Vitória Gaglianone Saraiva. Prospecção Tecnológica do Levedo de Cerveja Como Matéria-Prima Para A Indústria de Alimentos, Rio de Janeiro, v. 0, n. 0, p. 0-0, 19 jan. 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/nit/article/view/51592/28728>. Acesso em: 28 nov. 2023.