

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO**

**Deborah Nicolly de Lorena Bazante**

**ALTERNATIVAS NUTRICIONAIS PARA A PRODUÇÃO DE CERVEJA SEM  
GLÚTEN: O POTENCIAL DO MILHO E DA QUINOA**

**RECIFE**

**2024**

**DEBORAH NICOLLY DE LORENA BAZANTE**

**ALTERNATIVAS NUTRICIONAIS PARA A PRODUÇÃO DE CERVEJA SEM  
GLÚTEN: O POTENCIAL DO MILHO E DA QUINOA**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco como requisito para obtenção de grau de Nutricionista.

Orientador(a): Prof<sup>a</sup> Dra. Ruth Cavalcanti Guilherme

**RECIFE**

**2024**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Bazante, Deborah Nicolly de Lorena .

Alternativas Nutricionais Para a Produção de Cerveja sem Glúten: O  
Potencial do Milho e da Quinoa / Deborah Nicolly de Lorena Bazante. -  
Recife, 2024.

39 p : il., tab.

Orientador(a): Ruth Cavalcanti Guilherme

(Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências da  
Saúde, , 2024.

Inclui referências.

1. Doença celíaca. 2. Bebida Alcolóica. 3. Milho. 4. Quinoa. 5. Nutrição. I.  
Guilherme , Ruth Cavalcanti . (Orientação). II. Título.

610 CDD (22.ed.)

**DEBORAH NICOLLY DE LORENA BAZANTE**

**ALTERNATIVAS NUTRICIONAIS PARA A PRODUÇÃO DE CERVEJA SEM  
GLÚTEN: O POTENCIAL DO MILHO E DA QUINOA**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Nutrição da Universidade Federal de Pernambuco como requisito para obtenção de grau de Nutricionista.

Aprovado em: 28 / 10 /2024.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>o</sup>. Dra. Ruth Cavalcanti Guilherme (Orientador)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof<sup>o</sup>. Dra. Karina Correia da Silveira (Examinador Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof<sup>o</sup>. Dra. Viviane Lansky Xavier  
Universidade Federal de Pernambuco

## **AGRADECIMENTOS**

Um certo dia ouvi a frase de que as melhores coisas da sua vida vão chegar nos momentos que você menos espera e sem nenhum planejamento, nessa nova etapa será exigida lições e preparações. A caminhada na graduação mostrou que minha persistência e escolhas vão me levar pra mais perto daquilo que meu coração sabe que é certo. E tiveram pessoas que me fizeram ter a certeza de que mereço muito porque sou muito. Foram essas pessoas que tornaram essa etapa da minha vida mais leve. Agradeço primeiramente a Manuela, Victoria e Ana Gabriela por despertar em mim, um sentimento de gratidão e felicidade do começo ao final desse ciclo. E ao restante do meu grupão, Rillary, Marcos Paulo, Lucas, Juan, Ágatha, Bruna, Sarah, que, juntos, tornaram-se minha família da graduação.

Sou grata a Deus por me mostrar caminhos para não desistir dos meus sonhos. Agradeço especialmente à minha orientadora, Ruth Guilherme, por acreditar em mim e por me orientar na conclusão deste trabalho e aos professores, como: Fabiana, Rebecca, Conceição, Goretti, Viviane Lansky e Karina que diretamente ou indiretamente contribuíram para deixar meu ciclo de graduação mais leve. Por fim, mas não menos importante, agradeço a minha mãe e minha irmã por me apoiarem nas minhas escolhas e Maria Luíza e Ana Carolina Lima.

## RESUMO

A cerveja, uma das bebidas alcoólicas mais consumidas no mundo, é cultural e economicamente significativa. Tradicionalmente, a cevada é a principal matéria prima na sua produção, mas a presença de glúten representa um desafio para indivíduos com doença celíaca e sensibilidade ao glúten. Diante do aumento da demanda por produtos sem glúten, alternativas como milho e quinoa surgem como promissoras, uma vez que são isentas de glúten e podem manter ou até melhorar as propriedades sensoriais da cerveja. Este estudo visa analisar a viabilidade do uso de milho e quinoa como substitutos da cevada na produção de cerveja sem glúten, abordando suas características nutricionais, funcionais e impactos sensoriais. A metodologia adotada consiste em uma revisão bibliográfica integrativa, com a pesquisa realizada nas bases de dados *Web of Science*, *PubMed*, *Science Direct*, *Scielo* e o site Google Acadêmico. Os descritores utilizados nas buscas foram “gluten-free beer”, “corn beer”, “quinoa beer”, “alternative brewing ingredients”, “health benefits” e os operadores booleanos “AND”. Os critérios de inclusão abrangeram artigos pertinentes ao tema central, com data de publicação compreendida entre os anos de (2014-2024), excluindo-se capítulos de livros, anais de congresso e artigos de revisão sistemática, disponíveis na íntegra de forma eletrônica em português e inglês. Os resultados revelaram as potencialidades e os desafios do uso de milho e quinoa na fabricação de cerveja, oferecendo soluções inovadoras que atendem à crescente demanda por produtos sem glúten. Assim, a substituição da cevada por milho e quinoa revela-se uma alternativa viável, proporcionando produtos com perfis sensoriais distintos e enriquecidos nutricionalmente. Contudo, ambos os grãos apresentam desafios tecnológicos nos processos de malteação e fermentação, exigindo refinamentos específicos para garantir a qualidade do produto final. Conclui-se que a pesquisa contínua é essencial para otimizar esses processos e permitir uma incorporação mais eficaz de milho e quinoa na produção de cerveja, contribuindo para a diversificação de sabores e promovendo a inclusão de consumidores sensíveis ao glúten.

**Palavras-chave:** Doença celíaca; Bebida alcoólica; Milho; Quinoa.

## ABSTRACT

Beer, one of the most consumed alcoholic beverages in the world, is culturally and economically significant. Traditionally, barley is the main raw material in its production, but the presence of gluten represents a challenge for individuals with celiac disease and gluten sensitivity. Given the increasing demand for gluten-free products, alternatives such as corn and quinoa appear to be promising, since they are gluten-free and can maintain or even improve the sensory properties of beer. This study aims to analyze the feasibility of using corn and quinoa as substitutes for barley in the production of gluten-free beer, addressing their nutritional and functional characteristics and sensory impacts. The methodology adopted consists of an integrative literature review, with research carried out in the Web of Science, PubMed, Science Direct, Scielo and Google Scholar databases. The descriptors used in the searches were “gluten-free beer”, “corn beer”, “quinoa beer”, “alternative brewing ingredients”, “health benefits” and the Boolean operators “AND”. The inclusion criteria included articles relevant to the central theme, with publication dates between 2014-2024, excluding book chapters, conference proceedings and systematic review articles, available in full electronic format in Portuguese and English. The results revealed the potential and challenges of using corn and quinoa in beer production, offering innovative solutions that meet the growing demand for gluten-free products. Thus, replacing barley with corn and quinoa proves to be a viable alternative, providing products with distinct sensory profiles and nutritionally enriched. However, both grains present technological challenges in the malting and fermentation processes, requiring specific refinements to ensure the quality of the final product. It is concluded that continuous research is essential to optimize these processes and allow a more effective incorporation of corn and quinoa in beer production, contributing to the diversification of flavors and promoting the inclusion of gluten-sensitive consumers.

**Keywords:** Celiac disease; Alcoholic beverage; Corn; Quinoa.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Processo de Fabricação de Cerveja	17
Figura 2 - Grãos de Cevada	18
Figura 3 - <i>Zea mays</i>	21
Figura 4 - <i>Chenopodium quinoa</i>	24

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Benefícios Nutricionais e Funcionais de Milho e Quinoa em comparação com a Cevada	26
<b>Tabela 2</b> - Trabalhos Seleccionados	28
<b>Tabela 3</b> - Comparação de Propriedades Sensoriais da Cerveja	30

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b>	10
2	<b>112.1. História e Composição da Cerveja</b>	12
	2.1.1. Processo tradicional de fabricação de cerveja	14
	2.1.2. Papel da cevada na produção de cerveja e seu conteúdo de glúten	15
	<b>2.2. Glúten</b>	16
	<b>2.3. Matérias Primas Alternativos na Produção de Cerveja sem Glúten</b>	17
	<b>2.3.1. Milho</b>	17
	2.3.1.1. Composição e Benefícios Nutricionais do Milho	17
	2.3.1.2. Aplicação do Milho na Produção de Cerveja Sem Glúten	18
	<b>2.3.2. Quinoa</b>	19
	2.3.2.1. Composição e Benefícios Nutricionais da Quinoa	19
	2.3.2.2. Aplicação da Quinoa na Produção de Cerveja Sem Glúten	21
3	<b>Erro! Indicador não definido.3.1</b>	<b>Objetivo Geral</b>
	23	
3.2	<b>Objetivos Específicos</b>	23
4	<b>METODOLOGIA</b> <sup>235</sup>	<b>Erro! Indicador não definido.6</b>
	297	<b>Erro! Indicador não definido.REFERÊNCIAS</b>
	33	

## 1 INTRODUÇÃO

A cerveja, uma das bebidas alcoólicas mais consumidas no mundo, possui uma importância cultural e econômica significativa, sendo um elemento central em diversas tradições e celebrações ao redor do globo, além de representar uma indústria multimilionária que gera empregos e impulsiona a economia em inúmeros países (Cabras et al 2016, 2023; Mandelbaum, 2018; Hoalst-Pullen & Petterson, 2020). Esta bebida milenar, cujas origens remontam às primeiras civilizações, como os sumérios e os egípcios, continua a evoluir e adaptar-se às preferências e necessidades dos consumidores modernos (Hornsey, 2003; Capitello & Todirica, 2021).

Tradicionalmente, a cevada, um grão rico em glúten, é a principal matéria prima utilizado na produção de cerveja devido ao seu conteúdo de amido e propriedades de fermentação (Briggs, 1998; Gupta et al., 2010; Stewart, 2017; Yu et al., 2020). No entanto, a presença de glúten apresenta um desafio para indivíduos com doença celíaca ou sensibilidade ao glúten (Catassi et al., 2015; Jones, 2017; Gumienna & Górna, 2020). A doença celíaca é uma desordem autoimune desencadeada pela ingestão de glúten, que causa danos ao intestino delgado e impede a absorção de nutrientes essenciais, enquanto a sensibilidade ao glúten provoca sintomas semelhantes sem causar danos autoimunes (Elli et al., 2015; Jones, 2017; Kulik et al., 2023).

Dada a crescente prevalência dessas condições, a demanda por produtos com ausência de glúten tem aumentado significativamente, incluindo a cerveja (Catassi et al., 2015, Cela et al., 2020). Contudo, a produção de cerveja sem glúten enfrenta desafios técnicos, uma vez que a cevada é fundamental não apenas pelo glúten, mas também por suas propriedades que influenciam o sabor, a cor e a textura da cerveja (Knorr et al., 2016). O glúten desempenha um papel importante na cerveja, pois contribui para a retenção de espuma, a estabilidade do corpo da bebida e a sensação tátil no paladar, características que impactam diretamente a experiência sensorial do consumidor. Além disso, o processo de malteação, crucial para o desenvolvimento dos sabores e aromas característicos da cerveja, também é afetado pela ausência de glúten (Rubio-Flores & Serna-Saldívar, 2016; Yang & Gao, 2020). Sendo assim, a busca por matérias primas alternativas livres de glúten mas, ao mesmo tempo, eficazes na produção da bebida, é de grande importância.

O milho, um dos grãos mais produzidos e consumidos no mundo, e a quinoa, um pseudocereal com elevado valor nutricional, emergem como alternativas promissoras (Vega-Gálvez et al., 2010; Yang & Gao, 2020). O milho é amplamente utilizado em diversas culturas alimentares devido ao seu sabor suave e versatilidade, enquanto a quinoa, rica em proteínas, fibras e micronutrientes, é conhecida por suas propriedades benéficas à saúde (Sots et al., 2018; Sahoo & Mohanty, 2020; Hussain et al., 2021). Ambos os grãos não contêm glúten, o que os torna opções viáveis como alternativa de matéria prima para a produção de cerveja sem glúten (Woomer & Adedeji, 2020). Além disso, esses grãos podem potencialmente manter ou até melhorar as propriedades organolépticas da cerveja, como sabor, cor e textura, que são essenciais para a aceitação do produto pelos consumidores (Bogdan et al., 2020; Cadenas et al., 2021). Ademais, o uso de novas matérias primas sem glúten, como milho e quinoa, também pode contribuir para a diversificação das opções disponíveis no mercado de cervejas, atendendo a uma demanda crescente por produtos inovadores e saudáveis, fomentando a competitividade e sustentabilidade da indústria de bebidas, e abrindo novas oportunidades econômicas.

Diante do exposto, o objetivo do presente estudo é analisar a viabilidade do uso do milho e da quinoa como substitutos da cevada na produção de cerveja sem glúten, pretendendo oferecer soluções inovadoras que atendam à crescente demanda por produtos sem glúten, ao mesmo tempo em que contribui para a diversificação e inovação no mercado de bebidas, promovendo a saúde e o bem-estar dos consumidores.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. História e Composição da Cerveja

#### 2.1.1. Processo tradicional de fabricação de cerveja

O processo de fabricação de cerveja é compreendido como uma arte milenar que remonta desde as primeiras civilizações conhecidas (Reed & Nagodawithana, 1991; Potera, 2016). Conhecido por ser um processo que envolve várias etapas fundamentais, a produção da cerveja combina tradição e ciência ao transformar grãos em uma bebida complexa e apreciada mundialmente (Archana et al., 2023). Desde a malteação até a maturação final, cada fase do processo desempenha um papel crucial na definição do sabor, aroma e qualidade da cerveja.

O processo tradicional de fabricação de cerveja (Figura 1) começa com a malteação, que envolve três passos principais: imersão, germinação e secagem. O grão de cevada é mergulhado em água para iniciar a germinação. A partir disto, enzimas naturais são ativadas, convertendo amidos em açúcares fermentáveis, que são essenciais para a produção de álcool durante a fermentação (Oseguera-Toledo et al., 2020; Rani & Bhardwaj, 2021). Após alguns dias, a germinação é interrompida pela secagem dos grãos em um forno, resultando no malte seco. Este malte é então triturado para facilitar a extração dos açúcares na próxima etapa, a brassagem (Oseguera-Toledo et al., 2020).

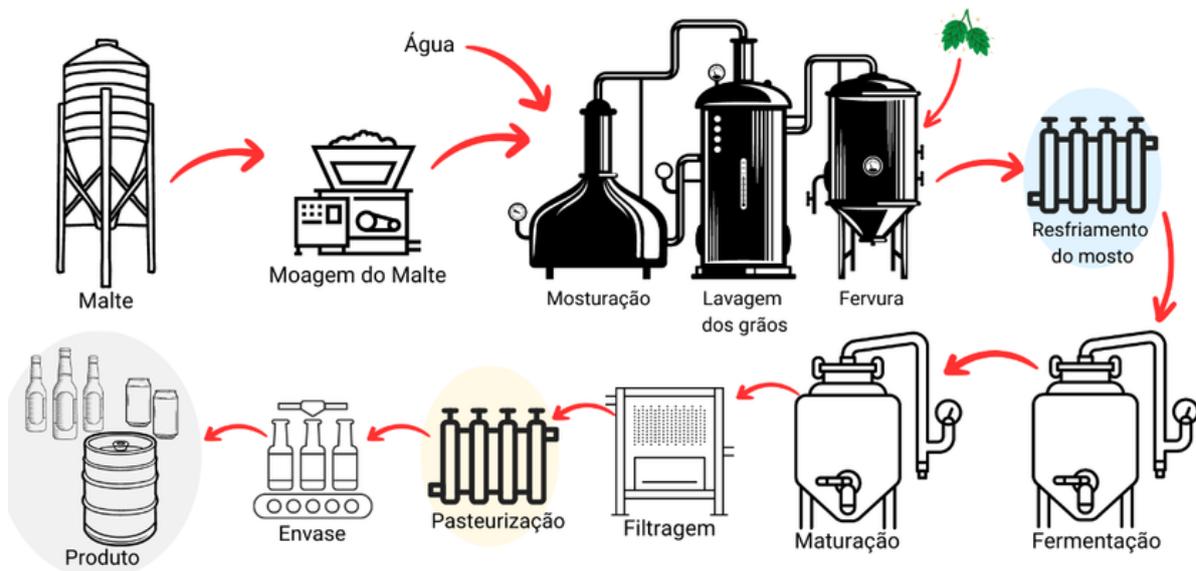
A brassagem é a fase onde o malte triturado é misturado com água quente para extrair os açúcares fermentáveis e outras substâncias. Este processo ocorre em uma série de temperaturas controladas para ativar diferentes enzimas, cada uma responsável pela quebra de componentes específicos do malte. Inicialmente, a mistura é aquecida a cerca de 50°C para ativar enzimas proteolíticas, que decompõem proteínas. Em seguida, é aquecida a cerca de 65°C para ativar amilases, que decompõem os amidos em açúcares fermentáveis (Mosher & Trantham, 2021; Archana et al., 2023). O resultado é um líquido açucarado chamado mosto (Ferreira & Guido, 2018).

Após a brassagem, o mosto é então fervido com lúpulo por cerca de uma hora. O lúpulo adiciona amargor, aroma e sabor à cerveja, além de atuar como conservante natural devido às suas propriedades antibacterianas (Archana et al., 2023). Durante a fervura, compostos indesejáveis, como proteínas e taninos, são precipitados e

removidos do mosto, garantindo uma cerveja clara e estável (Archana et al., 2023). Após a fervura, o mosto é rapidamente resfriado e transferido para um tanque de fermentação, onde é adicionado o fermento. O fermento, geralmente levedura *Saccharomyces* converte os açúcares fermentáveis em álcool e dióxido de carbono (Gallon et al, 2018; Bruner & Foz, 2020). A fermentação primária dura de uma semana a catorze dias, durante a qual a maior parte do álcool é produzida (Coldea et al., 2014).

Depois da fermentação primária, a cerveja é transferida para um tanque de maturação, onde qualquer fermento residual e outros sedimentos são removidos. A maturação pode durar várias semanas a meses, permitindo que os sabores se desenvolvam e se integrem completamente (Virkajarvi, 2006). Em seguida, a cerveja é filtrada para remover qualquer turbidez residual, resultando em uma bebida limpa e brilhante. A etapa final do processo é a carbonatação, onde dióxido de carbono é adicionado para criar a efervescência característica da cerveja. Isso pode ser feito naturalmente, permitindo uma fermentação secundária no recipiente final, ou artificialmente, adicionando CO<sub>2</sub> diretamente à cerveja (Bamforth, 2009). A cerveja é então envasada em garrafas, latas ou barris para distribuição e consumo.

**Figura 1.** Processo de Fabricação de Cerveja.



Fonte: Benacchio et al., 2023.

Adicionalmente, existem processos específicos que podem ser utilizados dependendo do tipo de cerveja a ser produzida, como a pasteurização, que pode ser

realizada para garantir a estabilidade microbiológica da cerveja, especialmente em cervejas comerciais (Bamforth, 2006).

A filtração, além de remover sedimentos, pode incluir o uso de carvão ativado para remover sabores e odores indesejados. A clarificação também pode ser melhorada com o uso de agentes clarificantes, como gelatina ou isinglass, que ajudam a precipitar proteínas e outras partículas em suspensão (Kunze, 2004). Na etapa de embalagem, a sanitização dos recipientes é crucial para evitar contaminações. A limpeza e a sanitização rigorosa dos equipamentos são fundamentais em todas as etapas do processo para garantir a qualidade final do produto (Papazian, 2003).

### **2.1.2. Papel da cevada na produção de cerveja e seu conteúdo de glúten**

A cevada (*Hordeum vulgare*) (Figura 2) é a principal matéria-prima na produção de cerveja devido às suas características únicas que a tornam ideal para o processo de fabricação. Sua composição química e propriedades biológicas desempenham um papel crucial em cada etapa da produção da cerveja, fornecendo não apenas os açúcares necessários para a fermentação, mas também contribuindo significativamente para o perfil sensorial e físico da bebida final.

**Figura 2.** Grãos de cevada.



Fonte: Google Imagens (2024).

A cevada é predominantemente escolhida por sua alta concentração de amido, que é fundamental para a produção de açúcares fermentáveis. Durante o processo de produção da cerveja, as enzimas presentes no malte de cevada decompõem esses

amidos em açúcares simples, como a maltose, que são posteriormente fermentados pelas leveduras para produzir álcool e dióxido de carbono. Além disso, a cevada contém beta-glucanos, que, embora possam dificultar o processo de filtração, também ajudam a formar o corpo e a estabilidade da espuma da cerveja (Briggs et al., 1981).

Além do amido, a cevada contém uma quantidade significativa de proteínas, que são essenciais para a formação da espuma, uma característica desejada em muitas variedades de cerveja. Essas proteínas, em combinação com os iso-alfa-ácidos provenientes do lúpulo, ajudam a criar uma espuma estável e duradoura (Bamforth, 2009). As proteínas também influenciam a turbidez da cerveja, que pode ser desejável em alguns estilos, como as cervejas de trigo, ou indesejável em outros, como as lagers claras (Kunze, 2014).

O conteúdo de glúten na cevada é uma questão crucial, especialmente para consumidores com doença celíaca ou sensibilidade ao glúten. O glúten na cevada é composto principalmente por prolaminas, especificamente a hordeína. Estas proteínas são resistentes à digestão e podem desencadear respostas imunológicas adversas em indivíduos sensíveis ao glúten (Wieser, 2007). A presença de glúten na cevada e, conseqüentemente, na cerveja tradicionalmente fabricada, é uma barreira significativa para esses consumidores, levando à necessidade de alternativas sem glúten.

O glúten é formado pela combinação de duas classes de proteínas: prolaminas e glutelinas. Na cevada, a principal prolamina é a hordeína, enquanto a principal glutelina é a glutelina B. Essas proteínas são armazenadas no endosperma do grão de cevada e são insolúveis em água, o que contribui para a elasticidade e coesão da massa durante a fabricação de pão, mas também provoca reações adversas em indivíduos sensíveis ao glúten (Celus et al., 2006). A concentração de glúten na cevada varia dependendo da variedade e das condições de cultivo, mas geralmente é suficiente para causar problemas em indivíduos com intolerância ao glúten (Schuppan et al., 2009).

## 2.2. Glúten

O glúten é um composto de proteínas de armazenamento pertencentes a duas cadeias proteicas: a glutenina e a gliadina (VIANA, 2017). As prolaminas, fração do glúten solúvel em etanol, são as responsáveis por desencadear reações autoimunes dos portadores da doença celíaca e são encontradas em cereais, como: trigo (gliadina), centeio (secalina), cevada (hordeína) e aveia (avenina). (PIRES, 2013)

Dentre esses cereais, a aveia é a mais tolerada pela maioria dos celíacos. Contudo, em pacientes sensíveis, seu consumo regular pode perpetuar a inflamação e atrofia das vilosidades intestinais (Soni et al., 2010) e com isso, existem dúvidas em relação aos efeitos do consumo a longo prazo. Segundo PIREs, 2013, a tolerância dos celíacos é devido ao baixo teor de prolaminas encontrado na aveia (avenina), essa substância representa cerca de 10-15% da proteína total do grão em comparação aos outros cereais, como, trigo (40-50%), centeio (30-50%) e cevada (35-45%).

Em contrapartida, o único cereal que possui uma quantidade significativa de gliadina e glutenina (substâncias essenciais para a formação do glúten) é o trigo, tornando-o cereal de maior toxicidade aos celíacos (ARAÚJO et al., 2010). Isso faz com que os portadores dessa doença tenham uma alimentação mais restrita, especialmente quando trata-se de produtos de panificação devido às características sensoriais que o glúten traz às massas, como elasticidade e expansibilidade, afinal, a junção de suas proteínas é responsável por reter gás durante o processo de fermentação, o que garante melhor consistência e maciez aos produtos (LA BARCA et al., 2010).

De acordo com Phimolsiripol et al. (2012), os produtos sem glúten geralmente são de baixa qualidade nutricional quando comparados aos produtos convencionais devido aos teores reduzidos de vitaminas, minerais e fibras alimentares. Além disso, esses produtos tendem a apresentar uma textura esfarelada, miolo seco e friável, e uma falta de sabor e coloração. Portanto, com a exclusão do trigo, os profissionais da área de alimentos que lidam com produtos sem glúten enfrentam um desafio para manter a qualidade nutricional e garantir aceitação pelo consumidor (LA BARCA et al., 2010).

## 2.3. Matérias Primas Alternativas na Produção de Cerveja sem Glúten

### 2.3.1. Milho

#### 2.3.1.1. Composição e Benefícios Nutricionais do Milho

Sendo um dos cereais mais amplamente cultivados e consumidos no mundo, o milho (*Zea mays*) (Figura 3) é altamente valorizado por sua adaptabilidade agroclimática e seu valor nutricional diversificado (Nuss & Tanumihardjo, 2010). Este cereal é composto principalmente por carboidratos, na forma de amido, que representam aproximadamente 72-74% de sua composição (Smith, 1962; Jaworski et al., 2015; Hamaker et al., 2019). O milho também contém proteínas, que constituem cerca de 8-11% do seu peso seco. Entre essas proteínas, a zeína é a principal, correspondendo a aproximadamente 50-60% do total proteico, embora seja deficiente em alguns aminoácidos essenciais, como lisina e triptofano (Jaworski et al., 2015; Hamaker et al., 2019; Acosta-Estrada et al., 2019).

Figura 3. *Zea mays*



Fonte: Google Imagens (2024)

Somado a isso, o milho é uma excelente fonte de fibras alimentares, que desempenham um papel crucial na saúde digestiva, promovendo o trânsito intestinal e contribuindo para a manutenção de níveis saudáveis de colesterol (Takeuchi et al., 1990). No que diz respeito ao perfil vitamínico, o milho é particularmente rico em vitaminas do complexo B, como tiamina (B1), riboflavina (B2), niacina (B3), e ácido fólico (B9), que são essenciais para o metabolismo energético e a função celular (Siyuan et al., 2018; Hu et al., 2020). Também possui uma quantidade significativa de

minerais, como ferro, zinco, magnésio, fósforo, e potássio, que são fundamentais para diversas funções biológicas (Siyuan et al., 2018).

Do ponto de vista bioquímico, o milho se destaca como uma fonte rica de compostos bioativos, especialmente antioxidantes, como carotenóides (luteína e zeaxantina) e polifenóis (Zhu et al., 2018). Estes compostos têm sido associados à redução do risco de doenças crônicas, incluindo doenças cardiovasculares e certos tipos de câncer, devido à sua capacidade de neutralizar radicais livres e reduzir o estresse oxidativo celular (Kurutas, 2015). Os carotenóides, além de suas propriedades antioxidantes, são precursores da vitamina A, essencial para a saúde ocular e o sistema imunológico (Zhu et al., 2018).

Além disso, o milho contém quantidades apreciáveis de fitoesteróis, que desempenham um papel na redução dos níveis de colesterol plasmático, e ácidos fenólicos, como o ácido ferúlico, que têm propriedades anti-inflamatórias e anticancerígenas (Zhu et al., 2018). Esses componentes bioquímicos fazem do milho um alimento funcional, capaz de contribuir significativamente para a prevenção de doenças e a promoção da saúde .

Devido à ausência de glúten em sua composição, o milho é amplamente utilizado na formulação de produtos alimentícios destinados a pessoas com doença celíaca ou sensibilidade ao glúten não celíaca (Woomer & Adedeji, 2020; Wazed & Islam, 2021). Este atributo, combinado com seu perfil nutricional e bioquímico, faz do milho um ingrediente de grande importância na indústria alimentícia, especialmente na produção de alimentos e bebidas sem glúten.

### **2.3.1.2. Aplicação do Milho na Produção de Cerveja Sem Glúten**

Na produção de cerveja, *Z. mays* tem sido explorado como um substituto parcial ou total da cevada, especialmente em formulações destinadas a consumidores que requerem ou preferem produtos sem glúten (Dabija et al., 2021). A aplicação do milho na cervejaria é favorecida não apenas pela ausência de glúten, mas também pelas suas características organolépticas distintivas, que contribuem para a produção de cervejas com um sabor mais suave e uma coloração mais clara (Poreda et al., 2014; Brozova et al., 2022).

Embora o milho não possua as mesmas propriedades de formação de corpo e espuma que a cevada, devido à menor quantidade de proteínas formadoras de

espuma, como as hordeínas, sua utilização na brassagem pode ser otimizada por meio de ajustes no processo de fabricação, como a adição de enzimas ou o controle preciso da temperatura de mosturação (Steiner et al., 2011; Devolli et al., 2018; Gomaa, 2018).

Além disso, estudos indicam que a inclusão de milho na formulação pode ter efeitos benéficos no processo fermentativo. O milho, por possuir menor teor de lipídeos e compostos nitrogenados em comparação à cevada, tende a produzir menores quantidades de aldeídos, que são responsáveis por aromas e sabores indesejáveis, associado à oxidação (Romero-Medina et al., 2020).

É válido destacar que a aplicação do milho na cervejaria não se limita apenas à substituição da cevada em cervejas convencionais, mas também abre possibilidades para a criação de novos estilos e variações que valorizam as características únicas deste cereal. Isso inclui a produção de cervejas artesanais com identidade regional, onde o milho é combinado com outros ingredientes locais, promovendo a diversidade e inovação na indústria cervejeira.

## **2.3.2. Quinoa**

### **2.3.2.1. Composição e Benefícios Nutricionais da Quinoa**

A quinoa (*Chenopodium quinoa*) (Figura 4) é um pseudocereal nativo das regiões andinas da América do Sul, valorizado globalmente por seu perfil nutricional excepcional e versatilidade na alimentação (Vega-Gálvez et al., 2010; Yasui et al., 2016; Vilcacundo et al., 2017) . Diferente de outros cereais, a quinoa se destaca por seu alto teor proteico, contendo entre 12% a 18% de proteínas de alta qualidade (Dakhili et al., 2019). Uma das características mais notáveis da quinoa é sua composição de aminoácidos, que inclui todos os aminoácidos essenciais em proporções equilibradas, algo raro entre vegetais (Dakhili et al., 2019).

Bioquimicamente, a quinoa também é rica em ácidos graxos insaturados, especialmente ácido linoleico, que desempenha um papel crucial na saúde cardiovascular (Tang & Tsao, 2017). Além disso, este pseudocereal possui uma concentração elevada de fibras dietéticas, tanto solúveis quanto insolúveis, que contribuem para a saúde digestiva, promovendo a saciedade e melhorando o trânsito

intestinal (Vilcacundo et al., 2017; López-Cervantes et al., 2021). As fibras solúveis da quinoa, como as beta-glucanas, têm sido associadas ao controle glicêmico, pois retardam a absorção de carboidratos, ajudando a evitar picos de glicose no sangue (Vilcacundo et al., 2017; López-Cervantes et al., 2021).

**Figura 4.** *Chenopodium quinoa*



Fonte: Google Imagens (2024)

A quinoa é também uma excelente fonte de micronutrientes, incluindo vitaminas e minerais essenciais (Agarwal et al., 2022). Contém quantidades significativas de vitaminas do complexo B, como riboflavina (B2) e folato (B9), além de vitamina E, um antioxidante lipossolúvel que protege as células contra danos oxidativos (Agarwal et al., 2022). Entre os minerais, destaca-se pelo teor de magnésio, potássio, e zinco, elementos que desempenham funções vitais no organismo, desde a manutenção da pressão arterial até a função imunológica (Tang & Tsao, 2017; Agarwal et al., 2022).

Além de seu valor nutricional, a quinoa possui um perfil fitoquímico diversificado, incluindo compostos fenólicos, flavonoides e saponinas, que têm sido estudados por suas propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e potencialmente anticancerígenas (Tang & Tsao, 2017). Estes compostos bioativos contribuem para a redução do risco de doenças crônicas, como hipertensão, diabetes tipo 2, e distúrbios cardiovasculares.

### 2.3.2.2. Aplicação da Quinoa na Produção de Cerveja Sem Glúten

A quinoa tem se destacado como um ingrediente alternativo altamente promissor na produção de cerveja sem glúten, não apenas por sua riqueza nutricional, mas também por suas propriedades funcionais que podem enriquecer a qualidade da bebida (Yang & Gao, 2022). A inclusão de quinoa na formulação de cervejas permite não apenas a criação de um produto adequado para pessoas com doença celíaca ou sensibilidade ao glúten, mas também a adição de valor nutricional à bebida. A quinoa é rica em proteínas de alta qualidade, fibras dietéticas e diversos micronutrientes, como vitaminas do complexo B, vitamina E, magnésio, zinco e potássio, o que pode elevar significativamente o conteúdo nutricional da cerveja final (Vilcacundo et al., 2017; López-Cervantes et al., 2021; Agarwal et al., 2022).

**Tabela 1.** Comparação de Propriedades Nutricionais e Funcionais de Diferentes Matérias Primas

Nutriente/Propriedade	Milho	Quinoa	Cevada
Proteína (g/100g)	3.2	14.1	12.5
Fibras (g/100g)	2.7	7.0	17.3
Vitaminas	B1, B5	B2, B6, Folato	B1, B3, B6
Minerais	Magnésio, Fósforo	Ferro, Magnésio	Manganês, Selênio
Antioxidantes	Baixo	Alto	Moderado
Propriedades Funcionais	Baixo (pouco impacto)	Alto (anti-inflamatório, antioxidante)	Moderado
Impacto na Saúde	Geralmente neutro	Benefícios para o sistema cardiovascular e digestivo	Pode causar problemas em pessoas com sensibilidade ao glúten

Fonte: A autora (2024)

Durante o processo de brassagem, a quinoa se comporta de maneira similar aos cereais tradicionais, fornecendo açúcares fermentáveis necessários para a fermentação alcoólica (Zhang et al., 2021). No entanto, devido à sua composição proteica equilibrada, a quinoa contribui adicionalmente para a formação de uma

espuma estável e persistente, característica altamente valorizada em muitas variedades de cerveja. Essa estabilidade espumosa é atribuída à presença de proteínas específicas que atuam na formação e retenção da espuma, um aspecto crítico para a percepção sensorial e a qualidade estética da bebida ( Tabela 1).

Além das proteínas, a quinoa também possui uma quantidade significativa de amido, que é parcialmente convertido em açúcares durante a brassagem, fornecendo o substrato necessário para a fermentação pelas leveduras.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral:**

Analisar o potencial do milho e da quinoa como substitutos da cevada na produção de cerveja sem glúten, investigando suas propriedades e impactos sensoriais, nutricionais e econômicos.

#### **3.2 Objetivos Específicos:**

- Identificar as características nutricionais e funcionais do milho e da quinoa que podem contribuir para a produção de cerveja sem glúten.
- Analisar os efeitos da substituição de cevada por milho e quinoa nas propriedades sensoriais (sabor, aroma, cor, textura) da cerveja.

#### 4. METODOLOGIA

A metodologia adotada para este estudo é uma revisão bibliográfica integrativa, realizada através das seguintes bases de dados: *Web of Science*, *PubMed*, *Science Direct*, *Scielo* e o site Google Acadêmico. Os descritores utilizados nas buscas foram “gluten-free beer”, “corn beer”, “quinoa beer”, “alternative brewing ingredients”, “health benefits” e o operador booleano “AND”.

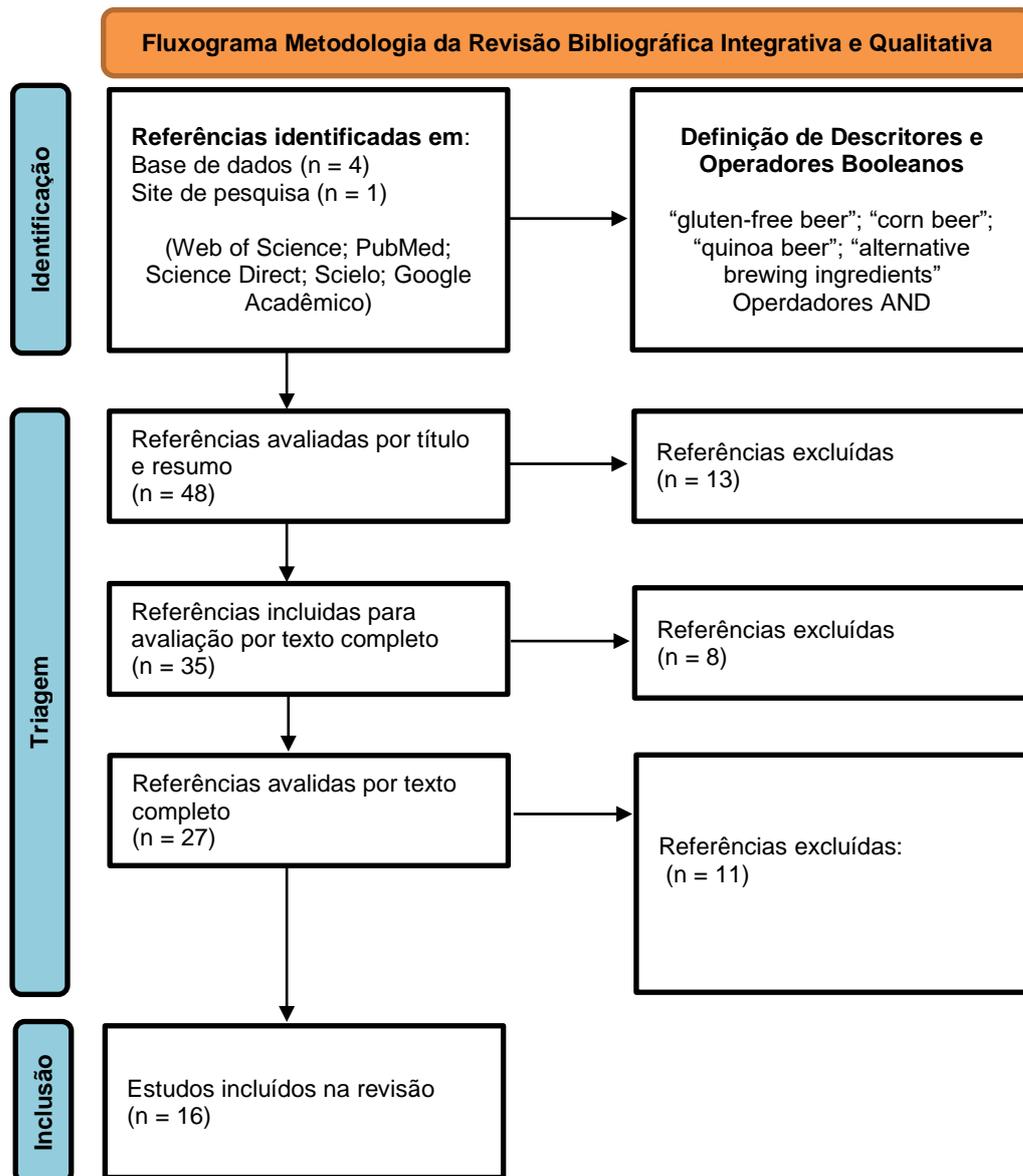
Os critérios de inclusão definidos para a seleção dos artigos foram: estudos publicados nos últimos 10 anos (2014-2024), primários ou revisões, disponíveis na íntegra de forma eletrônica em português e inglês e que tivessem relação com o tema central.

Não foram incluídos livros, capítulos de livros, editoriais, anais de congresso, relatos de casos e reflexões, além de artigos com descrição metodológica insuficiente e aqueles que não abordavam diretamente a utilização de milho e quinoa na produção de cerveja. As duplicatas também foram removidas para evitar redundâncias nos dados analisados. Os critérios de inclusão abrangeram artigos pertinentes ao tema central, com data de publicação compreendida entre os anos de 2014-2024, excluindo-se capítulos de livros, anais de congresso e artigos de revisão sistemática,

O processo de seleção dos artigos envolveu uma leitura inicial dos títulos e resumos para identificar os estudos que atendiam aos critérios de inclusão. Os artigos selecionados passaram por uma leitura completa e análise detalhada, considerando aspectos como objetivos, metodologia, resultados e conclusões. A análise crítica dos estudos permitiu identificar as principais evidências e lacunas existentes na literatura sobre o tema, contribuindo para uma compreensão mais aprofundada e fundamentada das potencialidades e desafios do uso de milho e quinoa na produção de cerveja sem glúten.

Foram encontrados 48 artigos e, após inseridos os critérios de inclusão e exclusão, 16 artigos foram selecionados para esta revisão.

**Figura 5.** Fluxograma Metodologia da Revisão Bibliográfica Integrativa



Fonte: Adaptado e traduzido de PRISMA (2020).

## 5 RESULTADOS

Os resultados serão apresentados no formato de tabela (Tabela 2) . O percentual dos achados das matérias primas pode ser observado na Tabela 3.

**Tabela 2.** Trabalhos selecionados para esta revisão com seus respectivos achados e conclusões.

<b>Autor</b>	<b>Ano</b>	<b>Principais Achados</b>	<b>Conclusões</b>
Kordialik-Bogacka et al.	2023	O sabor da quinoa é levemente terroso com aromas agradáveis de nozes e caramelo.	A quinoa oferece novos perfis sensoriais para cervejas, ampliando as opções de mercado.
Benavides Guevara et al.	2023	A quinoa oferece um perfil nutricional superior e características funcionais únicas na produção de cerveja.	A quinoa enriquece a cerveja com nutrientes e propriedades funcionais, agregando valor ao produto final.
Agarwal et al.	2023	A quinoa é rica em proteínas, fibras e micronutrientes essenciais.	A quinoa melhora a qualidade nutricional da cerveja, tornando-a uma alternativa saudável à cevada.
Zhong et al.	2023	A quinoa possui propriedades antioxidantes.	O grão oferece benefícios à saúde, promovendo o bem-estar geral.
Cela et al.	2023	Proporção de sorgo e quinoa influenciou redução de glúten. Aceitação dos consumidores foi maior com maior proporção de quinoa.	A combinação sorgo quinoa (70:30) reduz glúten sem comprometer o sabor e é bem aceita pelos consumidores.
Cela et al.	2023	O processo de fabricação afetou atributos sensoriais da cerveja sem glúten, como sabor, cor e aroma. As expectativas dos consumidores variaram com diferentes processos.	A otimização do processo de fabricação é essencial para alcançar atributos sensoriais ideais em cervejas sem glúten.
Yang & Gao	2022	Consumidores com doença celíaca precisam de opções de cerveja sem glúten.	A incorporação de milho e quinoa na produção de cerveja amplia o mercado de cervejas sem glúten.

Brozova et al.	2022	O milho resulta em uma cerveja de cor mais clara e sabor neutro, favorecendo estilos leves e refrescantes.	O milho é ideal para cervejas com perfil leve, oferecendo uma cor clara e sabor neutro.
Dwipajati et al.	2022	O milho é uma excelente fonte de carboidratos e fibras.	O milho agrega valor nutricional à cerveja sem glúten, oferecendo benefícios à saúde.
Romero-Medina et al.	2020	A substituição da cevada por milho e quinoa resulta em diferenças sensoriais dependendo das técnicas de produção.	Tanto milho quanto quinoa apresentam potencial para substituir a cevada, mas é necessário otimizar os processos produtivos.
Bogdan et al.	2020	A quinoa possui um perfil de sabor mais complexo e apresenta desafios na eficiência da conversão de amidos.	Ajustes no processo de produção são necessários para equilibrar as características sensoriais da cerveja com quinoa.
Lexhaller et al.	2019	A cevada contém glúten, tornando-se inadequada para pessoas com doença celíaca ou sensibilidade ao glúten.	A substituição da cevada por grãos sem glúten é essencial para atender consumidores com restrições.
Horstmann et al.	2019	O milho apresenta uma estrutura amilácea bem adaptada ao processo de fermentação, mas desafios quanto a cor e sabor.	O milho é um substituto viável para a cevada na cerveja, mas ajustes são necessários para superar os desafios sensoriais.
Hafez et al.	2018	A substituição da cevada pode reduzir a inflamação em indivíduos com sensibilidade ao glúten.	A utilização de grãos sem glúten oferece benefícios à saúde, especialmente para pessoas com sensibilidade ou intolerância.
Costabile et al.	2016	O milho oferece propriedades prebióticas que podem promover a saúde digestiva.	A adição de milho na produção de cerveja pode contribuir para a saúde digestiva dos consumidores.

Poreda et al.

2015

A quinoa oferece variações de cor que podem ir de amarela a dourada, impactando a aparência da cerveja.

A quinoa pode ser usada para criar cervejas com cor diferenciada, dependendo da formulação.

---

**Fonte:** A autora (2024)

## 6 DISCUSSÃO

A análise das alternativas à cevada na produção de cervejas isentas de glúten, com foco específico no milho e na quinoa, revelou insights valiosos sobre a viabilidade e os desafios que esses ingredientes oferecem. Ambos os grãos possuem características que os tornam promissores substitutos para a cevada, embora apresentem diferenças significativas que afetam a produção e as propriedades finais da cerveja.

O milho, amplamente utilizado em diversas culturas alimentares, demonstra ser um substituto eficaz, graças à sua estrutura amilácea, que é bem adaptada ao processo de fermentação e mantém uma textura aceitável na bebida final (Horstmann et al., 2019). A quinoa, apesar de menos convencional, surge como uma alternativa interessante devido ao seu perfil nutricional superior e suas propriedades funcionais (Benavides Guevara et al., 2023). A inclusão desse grão não apenas suporta o processo fermentativo, mas também enriquece a bebida com nutrientes adicionais e características funcionais únicas, que podem agregar valor ao produto final (Benavides Guevara et al., 2023).

Contudo, o sucesso do uso dessas matérias primas depende significativamente das condições específicas de malteação e fermentação. O milho pode ser malteado de modo a fornecer uma base fermentativa adequada e, quando adequadamente malteado, pode emular algumas funções da cevada, embora apresente desafios no controle de cor e sabor que precisam ser superados para garantir um produto de alta qualidade (Horstmann et al., 2019). A quinoa, por outro lado, contribui com um perfil de sabor mais complexo e menos comum nas cervejas tradicionais, exigindo, portanto, ajustes meticulosos na formulação para alcançar o equilíbrio sensorial desejado (Bogdan et al., 2020). Somado a isso, por ser um pseudocereal, apresenta desafios adicionais devido à sua estrutura proteica e lipídica, que pode interferir na eficiência da conversão de amidos em açúcares fermentáveis e, conseqüentemente, na qualidade sensorial e na estabilidade da cerveja (Bogdan et al., 2020).

A substituição da cevada por esses grãos impacta significativamente as propriedades organolépticas da cerveja. O milho tende a resultar em uma cerveja de coloração mais clara e sabor neutro, o que pode ser vantajoso para certos estilos que buscam um perfil leve e refrescante (Brozova et al., 2022). Em contrapartida, a quinoa, com seu sabor levemente terroso e aromas agradáveis de nozes e caramelo, além de

sua capacidade de criar uma textura mais cremosa, pode ser empregada para desenvolver cervejas com características sensoriais únicas e atraentes, ampliando as opções de mercado (Kordialik-Bogacka et al., 2018; Bogdan et al., 2020; Almaguer et al., 2023).

A cevada é tradicionalmente reconhecida por suas qualidades inigualáveis na produção de cerveja, especialmente no que tange à cor, sabor e textura; e a substituição por milho e quinoa pode resultar em diferenças notáveis, dependendo das técnicas de produção aplicadas e dos ajustes no processo (Romero-Medina et al., 2020).

**Tabela 3.** Comparação de Propriedades Sensoriais da Cerveja

Propriedade Sensorial	Cerveja com Milho	Cerveja com Quinoa	Cerveja com Cevada	Referência
Sabor	Sabor neutro, levemente doce	Sabor levemente nozes, complexo	Sabor maltado característico	Kordialik-Bogacka et al., 2020; Brozova et al., 2022.
Aroma	Aroma suave, pouco complexo	Aroma mais complexo, notas de nozes	Aroma maltado, característico	Brozova et al., 2022; Almaguer et al., 2023.
Cor	Amarela clara	Amarela a dourada, possível variação	Dourada a âmbar	Poreda et al., 2015; Brozova et al., 2022.
Textura	Leve, similar à cevada	Leve, pode ter uma sensação mais viscosa	Corpo médio, cremoso	Horstmann et al., 2019; Almaguer et al., 2023.

Fonte: A autora (2024)

Além das propriedades organolépticas, tanto o milho quanto a quinoa oferecem vantagens nutricionais que podem ser transferidas para a cerveja isenta de glúten. O milho é uma excelente fonte de carboidratos complexos e fibras, enquanto a quinoa se destaca por seu alto teor proteico, fibras e micronutrientes essenciais, como vitaminas do complexo B e minerais como ferro e magnésio (Dwipajati et al., 2022; Agarwal et al., 2023). Estes nutrientes não apenas contribuem para uma maior densidade nutricional da cerveja, mas também agregam valor adicional ao produto, oferecendo benefícios à saúde dos consumidores.

A cevada, embora também rica em fibras e micronutrientes, contém glúten, o que a torna inadequada para pessoas com doença celíaca ou sensibilidade ao glúten (Lexhaller et al., 2019). Nesse contexto, a utilização de milho e quinoa não apenas evita o glúten, mas também pode promover a saúde digestiva e reduzir a inflamação em indivíduos sensíveis, tornando-se uma alternativa valiosa para esse público (Hafez et al., 2018; Yang & Gao, 2022).

Para os consumidores com doença celíaca, a disponibilidade de cervejas isentas de glúten é crucial, permitindo que desfrutem de uma bebida socialmente significativa sem comprometer sua saúde (Yang & Gao, 2022). A capacidade de incorporar milho e quinoa na formulação de cervejas seguras expande ainda mais as opções no mercado, atendendo a um público crescente que busca produtos *glúten free*.

Além dos aspectos nutricionais, o milho e a quinoa apresentam propriedades funcionais que podem enriquecer ainda mais as cervejas sem glúten. A quinoa, por exemplo, possui propriedades antioxidantes que podem contribuir para a saúde geral e oferecer proteção contra o estresse oxidativo, enquanto o milho pode oferecer benefícios prebióticos, promovendo a saúde digestiva e o bem-estar geral (Costabile et al., 2016; Zhong et al., 2023).

Sendo assim, a adoção de milho e quinoa como matérias primas na produção de cervejas representa uma tendência inovadora e promissora no mercado de bebidas, respondendo não apenas às necessidades de um público em crescimento que busca alternativas ao glúten, mas também introduz novos sabores e perfis sensoriais no mercado, ampliando as possibilidades para o desenvolvimento de produtos diferenciados. Portanto, a utilização desses grãos, além de melhorar a qualidade nutricional, também agrega um valor adicional à bebida, que se alinha com as tendências atuais de saúde e bem-estar, impulsionando o mercado de cervejas sem glúten para novos patamares de inovação e qualidade.

## 7 CONCLUSÃO

A substituição da cevada por milho e quinoa na produção de cerveja sem glúten revela-se uma alternativa promissora, capaz de oferecer produtos com perfis sensoriais distintos e enriquecidos nutricionalmente. Embora o milho ofereça uma base amilácea adequada e um perfil sensorial mais neutro, a quinoa, com seu rico conteúdo proteico e propriedades funcionais, destaca-se como uma opção inovadora que pode elevar o valor nutritivo da cerveja. No entanto, ambos os grãos impõem desafios tecnológicos, especialmente nos processos de malteação e fermentação, que exigem refinamentos específicos para alcançar a qualidade desejada.

A exploração dessas matérias primas não só responde à demanda crescente por produtos sem glúten, especialmente entre indivíduos com doença celíaca, como também abre caminho para a diversificação de sabores e perfis nutricionais na indústria cervejeira. A pesquisa contínua é crucial para otimizar esses processos e superar as limitações atuais, permitindo que milho e quinoa sejam incorporados de forma mais eficaz na produção de cerveja. Assim, o desenvolvimento de técnicas mais avançadas e a adaptação dos métodos tradicionais de produção têm o potencial de transformar esses grãos em alternativas viáveis à cevada, contribuindo para a expansão do mercado e promovendo uma maior inclusão de consumidores sensíveis ao glúten.

## REFERÊNCIAS

- ACOSTA-ESTRADA, Beatriz A.; GUTIÉRREZ-URIBE, Janet A.; SERNA-SALDIVAR, Sergio O. Minor constituents and phytochemicals of the kernel. In: **Corn**. AACC International Press, 2019. p. 369-403.
- AGARWAL, Nikita et al. Quinoa soluble fiber and quercetin alter the composition of the gut microbiome and improve brush border membrane morphology in vivo (*Gallus gallus*). **Nutrients**, v. 14, n. 3, p. 448, 2022.
- AGARWAL, Aparna et al. Nutritional and functional new perspectives and potential health benefits of quinoa and chia seeds. **Antioxidants**, v. 12, n. 7, p. 1413, 2023.
- ALMAGUER, Cynthia et al. Characterization of the aroma profile of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) and assessment of the impact of malting on the odor- active volatile composition. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 103, n. 5, p. 2283-2294, 2023.
- ARAÚJO, H. M. C., Araújo, W. M. C., Botelho, R. B. A., & Zandonadi, R. P. 2010 . Doença celíaca, hábitos e práticas alimentares e qualidade de vida. *Revista de Nutrição*.
- ARCHANA, Goyal et al. BEER PRODUCTION BY FERMENTATION PROCESS: A REVIEW. **Journal of Microbiology, Biotechnology & Food Sciences**, v. 13, n. 4, 2024.
- BENAVIDES GUEVARA, Ruth M.; RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, Ibeth; INAMPUÉS CHARFUELAN, María L. Functional, nutritional, and technological potential of quinoa through lactic acid fermentation: a review. **Ingeniería y competitividad**, v. 25, n. 3, 2023.
- BIESIEKIERSKI, Jessica R. What is gluten?. **Journal of gastroenterology and hepatology**, v. 32, p. 78-81, 2017.
- BENACCHIO, Alcione; PADILHA, Janine Carvalho; DA SILVA ARRIECHE, Leonardo. Protótipo de bancada automatizado para produção de cerveja: sistema preciso, estável e sustentável. **CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES**, v. 16, n. 9, p. 15440-15459, 2023.
- BLANDINO, Ana et al. Cereal-based fermented foods and beverages. **Food research international**, v. 36, n. 6, p. 527-543, 2003.
- BOGDAN, Paulina et al. The profiles of low molecular nitrogen compounds and fatty acids in wort and beer obtained with the addition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), amaranth (*Amaranthus cruentus* L.) or maltose syrup. **Foods**, v. 9, n. 11, p. 1626, 2020.

BRIGGS, Dennis Edward. **Malts and malting**. Springer Science & Business Media, 1998.

BROŽOVÁ, Martina et al. Barley malt substitutes—their role today and in near future. Part 1—Sugar adjuncts and barley, corn and rice as cereal adjuncts. **Kvasny prumysl**, v. 68, n. 2, p. 602-618, 2022.

BRUNER, James; FOX, Glen. Novel non-cerevisiae *Saccharomyces* yeast species used in beer and alcoholic beverage fermentations. **Fermentation**, v. 6, n. 4, p. 116, 2020.

CABRAS, Ignazio; HIGGINS, David; PREECE, David (Ed.). **Brewing, beer and pubs: A global perspective**. Springer, 2016.

CABRAS, Ignazio et al. Beer, brewing, and regional studies. **Regional Studies**, v. 57, n. 10, p. 1905-1908, 2023.

CADENAS, Raquel et al. Brewing with starchy adjuncts: Its influence on the sensory and nutritional properties of beer. **Foods**, v. 10, n. 8, p. 1726, 2021.

CAPITELLO, Roberta; TODIRICA, Ioana Claudia. Understanding the behavior of beer consumers. **Case studies in the beer sector**, p. 15-36, 2021.

CATASSI, Carlo et al. Diagnosis of non-celiac gluten sensitivity (NCGS): the Salerno experts' criteria. **Nutrients**, v. 7, n. 6, p. 4966-4977, 2015.

CELA, Nazarena et al. Gluten-free brewing: Issues and perspectives. **Fermentation**, v. 6, n. 2, p. 53, 2020.

CELA, Nazarena et al. Gluten reduction in beer: Effect of sorghum: quinoa ratio and protein rest time on brewing parameters and consumer acceptability. **Journal of Cereal Science**, v. 109, p. 103607, 2023.

CELA, Nazarena et al. Development of gluten-free craft beer: Impact of brewing process on quality attributes and consumer expectations for sensory properties. **Journal of Food Science**, v. 88, n. 12, p. 5203-5215, 2023.

CELUS, Inge; BRIJS, Kristof; DELCOUR, Jan A. The effects of malting and mashing on barley protein extractability. **Journal of Cereal Science**, v. 44, n. 2, p. 203-211, 2006.

COLDEA, Teodora Emilia et al. The brewing process: optimizing the Fermentation. **Bulletin UASVM Food Science and Technology**, v. 71, n. 2, p. 219-220, 2014.

COSTABILE, Adele et al. Prebiotic potential of a maize-based soluble fibre and impact of dose on the human gut microbiota. **PloS one**, v. 11, n. 1, p. e0144457, 2016.

DABIJA, Adriana et al. Maize and sorghum as raw materials for brewing, a review. **Applied Sciences**, v. 11, n. 7, p. 3139, 2021.

DAKHILI, Samira et al. Quinoa protein: Composition, structure and functional properties. **Food chemistry**, v. 299, p. 125161, 2019.

DEVOLLI, Ariola et al. The influence of protein content on beer quality and colloidal stability. **International Journal of Innovative Approaches in Agricultural Research**, v. 2, n. 4, p. 391-407, 2018.

DWIPAJATI, Dwipajati et al. Potential of Indonesian Community Food Sources which are Rich in Fiber as an Alternative Staple Food for Type 2 Diabetics: A Scoping Review. **Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences**, v. 10, n. T8, p. 47-53, 2022.

ELLI, Luca et al. Diagnosis of gluten related disorders: Celiac disease, wheat allergy and non-celiac gluten sensitivity. **World journal of gastroenterology: WJG**, v. 21, n. 23, p. 7110, 2015.

FALAGAS, Matthew E. et al. Comparison of PubMed, Scopus, web of science, and Google scholar: strengths and weaknesses. **The FASEB journal**, v. 22, n. 2, p. 338-342, 2008.

FERREIRA, Inês M.; GUIDO, Luís F. Impact of wort amino acids on beer flavour: a review. **Fermentation**, v. 4, n. 2, p. 23, 2018.

GALLONE, Brigida et al. Origins, evolution, domestication and diversity of *Saccharomyces* beer yeasts. **Current opinion in biotechnology**, v. 49, p. 148-155, 2018.

GOMAA, A. Application of enzymes in brewing. **J. Nutr. Food Sci. Forecast**, v. 1, n. 5, 2018.

GUMIENNA, Małgorzata; GÓRNA, Barbara. Gluten hypersensitivities and their impact on the production of gluten-free beer. **European Food Research and Technology**, v. 246, n. 11, p. 2147-2160, 2020.

GUPTA, Mahesh; ABU- GHANNAM, Nissreen; GALLAGHAR, Eimear. Barley for brewing: Characteristic changes during malting, brewing and applications of its by- products. **Comprehensive reviews in food science and food safety**, v. 9, n. 3, p. 318-328, 2010.

- HAFEZ, Lamia et al. Chemical and biological evaluation of some products from quinoa-based blends for celiac disease. **Alexandria Journal of Food Science and Technology**, v. 15, n. 1, p. 23-34, 2018.
- HAGER, Anna-Sophie et al. Gluten free beer—A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 36, n. 1, p. 44-54, 2014.
- HAMAKER, Bruce R.; TUNCIL, Yunus E.; SHEN, Xinyu. Carbohydrates of the kernel. In: **Corn**. AACC International Press, 2019. p. 305-318.
- HIGGINS, J. P. Cochrane handbook for systematic reviews of interventions. **Cochrane Collaboration and John Wiley & Sons Ltd**, 2008.
- HOALST-PULLEN, Mark Patterson-Nancy; PATTERSON, Mark W. The Geography of Beer. **Geography**, v. 20, p. 4, 2020.
- HORNSEY, Ian Spencer. **A history of beer and brewing**. Royal Society of Chemistry, 2003.
- HORSTMANN, Stefan W. et al. A comparative study of gluten-free sprouts in the gluten-free bread-making process. **European Food Research and Technology**, v. 245, p. 617-629, 2019.
- HU, Xiaodan et al. Biosynthesis and accumulation of multi- vitamins in black sweet corn (*Zea mays* L.) during kernel development. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 100, n. 14, p. 5230-5238, 2020.
- HUSSAIN, M. Iftikhar et al. Botany, nutritional value, phytochemical composition and biological activities of quinoa. **Plants**, v. 10, n. 11, p. 2258, 2021.
- JONES, Amy L. The gluten-free diet: fad or necessity?. **Diabetes Spectrum**, v. 30, n. 2, p. 118-123, 2017.
- KNORR, Verena; WIESER, Herbert; KOEHLER, Peter. Production of gluten-free beer by peptidase treatment. **European Food Research and Technology**, v. 242, p. 1129-1140, 2016.
- KORDIALIK- BOGACKA, Edyta et al. Suitability of unmalted quinoa for beer production. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 98, n. 13, p. 5027-5036, 2018.
- KULIK, Kacper et al. Celiac disease and non-celiac gluten sensitivity—characteristics and differences. **Journal of Education, Health and Sport**, v. 26, n. 1, p. 49-62, 2023.

KURUTAS, Ergul Belge. The importance of antioxidants which play the role in cellular response against oxidative/nitrosative stress: current state. **Nutrition journal**, v. 15, p. 1-22, 2015.

LA BARCA, A. M.; ROJAS-MARTÍNEZ, M. E.; ISLAS-RUBIO, A. R.; CABRERA-CHÁVEZ, F. Gluten-free breads and cookies of raw and popped amaranth flours with attractive technological and nutritional qualities. *Plant Foods for Human Nutrition*, Dordrecht, v. 65, n. 3, p. 241-246, 2010. <http://dx.doi.org/10.1007/s11130-010-0187-z>. PMID:20734143

LÁPEZ-CERVANTES, Jaime et al. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): exploring a superfood from Andean indigenous cultures with potential to reduce cardiovascular disease (CVD) risk markers. **Current Molecular Pharmacology**, v. 14, n. 6, p. 925-934, 2021.

LEXHALLER, Barbara; COLGRAVE, Michelle L.; SCHERF, Katharina A. Characterization and relative quantitation of wheat, rye, and barley gluten protein types by liquid chromatography–tandem mass spectrometry. **Frontiers in plant science**, v. 10, p. 1530, 2019.

MOSHER, Michael et al. Overview of the Brewing Process. **Brewing Science: A Multidisciplinary Approach**, p. 103-131, 2021.

NUSS, Emily T.; TANUMIHARDJO, Sherry A. Maize: a paramount staple crop in the context of global nutrition. **Comprehensive reviews in food science and food safety**, v. 9, n. 4, p. 417-436, 2010.

OSEGUERA-TOLEDO, Miguel E. et al. Physicochemical changes of starch during malting process of sorghum grain. **Journal of Cereal Science**, v. 95, p. 103069, 2020.

PHIMOLSIRIPOLI, Y., Mukprasirt, A., & Schoenlechner, R. (2012). Quality improvement of rice-based gluten free bread using different dietary fibre fractions of rice bran. *Journal of Cereal Science*, 56(2), 389-395. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcs.2012.06.001>

PIRES, B. A. D. Análise qualitativa de glúten em alimentos: métodos imunoquímicos e moleculares. 2013. 82 f. Dissertação (Mestrado em Vigilância Sanitária)- Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2013

POREDA, Aleksander et al. Corn grist adjunct–application and influence on the brewing process and beer quality. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 120, n. 1, p. 77-81, 2014.

POTERA, C. Evidence of beer-making 5,000 years ago at site in Shaanxi, China. **Microbe Magazine**, v. 11, p. 336-337, 2016.

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

REED, Gerald et al. Brewer's yeast. **Yeast technology**, p. 89-149, 1990.

ROMERO-MEDINA, Angélica et al. Renewing traditions: A sensory and chemical characterisation of mexican pigmented corn beers. **Foods**, v. 9, n. 7, p. 886, 2020.

RUBIO-FLORES, Monica; SERNA-SALDIVAR, Sergio O. Technological and engineering trends for production of gluten-free beers. **Food engineering reviews**, v. 8, p. 468-482, 2016.

SAHOO, S. C.; MOHANTY, M. Performance of sweet corn under different fertility levels-A review. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 9, n. 6, p. 3325-3331, 2020.

SIYUAN, Sheng; TONG, Li; LIU, RuiHai. Corn phytochemicals and their health benefits. **Food Science and Human Wellness**, v. 7, n. 3, p. 185-195, 2018.

SMITH, Lawrence H. Water soluble carbohydrates in four crops cut for silage. 1962.

SONI, S; BADAWEY, S. Z. A. Celiac disease and its effect on human reproduction: A review. *Journal of Reproductive Medicine*, v. 55, ed. 1-2, p. 3-8, 2010.

SOTS, S. M.; BNYIAK, O. V. Use of corn grain in production of food products. **Grain Products and Mixed Fodder's**, v. 18, n. 2, 2018.

STEINER, Elisabeth; GASTL, Martina; BECKER, Thomas. Protein changes during malting and brewing with focus on haze and foam formation: a review. **European Food Research and Technology**, v. 232, p. 191-204, 2011.

TAKEUCHI, Masayasu; SUGAWARA, Masayoshi; KAWAMURA, Saburo. Dietary Fiber Materials from Corn. **Journal of the Japanese Society of Starch Science**, v. 37, n. 2, p. 115-120, 1990.

TANG, Yao; TSAO, Rong. Phytochemicals in quinoa and amaranth grains and their antioxidant, anti-inflammatory, and potential health beneficial effects: a review. **Molecular nutrition & food research**, v. 61, n. 7, p. 1600767, 2017.

VEGA- GÁLVEZ, Antonio et al. Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa willd.*), an ancient Andean grain: a review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 90, n. 15, p. 2541-2547, 2010.

VIANA, Daniela Leal; CATÃO, Bruno Gama; CAVALCANTI, Mayra da Silva. Sensibilidade ao glúten não celíaca: uma patologia existente, de natureza não alérgica e não autoimune de importância crescente. Congresso Brasileiro de Ciência e Saúde. 2017 .

VILCACUNDO, Ruben; HERNÁNDEZ-LEDESMA, Blanca. Nutritional and biological value of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). **Current Opinion in Food Science**, v. 14, p. 1-6, 2017.

VIRKAJÄRVI, Ilkka. Accelerated processing of beer. In: **Brewing**. Woodhead Publishing, 2006. p. 254-274.

WAZED, Md Abdul; ISLAM, Md Rakibul. Influence of barley, corn and rice flour on physical, chemical and sensory characteristics of gluten-free bread. **Malaysian Journal of Halal Research**, v. 4, n. 2, p. 36-41, 2021.

WOOMER, Joseph S.; ADEDEJI, Akinbode A. Current applications of gluten-free grains—a review. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 61, n. 1, p. 14-24, 2021.

YANG, Dongsheng; GAO, Xuan. Progress of the use of alternatives to malt in the production of gluten-free beer. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 62, n. 10, p. 2820-2835, 2022.

YASUI, Yasuo et al. Draft genome sequence of an inbred line of *Chenopodium quinoa*, an allotetraploid crop with great environmental adaptability and outstanding nutritional properties. **Dna Research**, v. 23, n. 6, p. 535-546, 2016.

YU, Wen-Wen et al. Starch fine molecular structures as a significant controller of the malting, mashing, and fermentation performance during beer production. **Trends in food science & technology**, v. 105, p. 296-307, 2020.

ZHANG, Jigang et al. Viscozyme L hydrolysis and *Lactobacillus* fermentation increase the phenolic compound content and antioxidant properties of aqueous solutions of quinoa pretreated by steaming with  $\alpha$ - amylase. **Journal of Food Science**, v. 86, n. 5, p. 1726-1736, 2021.

ZHONG, Lingyue et al. Quinoa ameliorates hepatic steatosis, oxidative stress, inflammation and regulates the gut microbiota in nonalcoholic fatty liver disease rats. **Foods**, v. 12, n. 9, p. 1780, 2023.

ZHU, Biyang; HE, Hui; HOU, Tao. A comprehensive review of corn protein- derived bioactive peptides: Production, characterization, bioactivities, and transport pathways. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 18, n. 1, p. 329-345, 2019.