

Cerveja sem glúten: métodos de produção

DOI: 10.5281/zenodo.17507077

Guilherme Santana Mendes,^a Bruno,^a Sérgio Rodrigues dos Reis Júnior,^a Julia Saemi F. Yasuda,^a Mariana M. Moutinho^b e Grace F. Ghesti^{b*}

Gluten-free beers are a challenge both from technical and commercial perspectives, given that the ingredients traditionally used in their production process have a high gluten content. Gluten is a group of proteins found in cereals such as barley, one of the main raw materials in beer brewing. Thus, developing gluten-free recipes becomes a challenge, often requiring the use of alternative raw materials such as sorghum, rice, corn, or buckwheat, which contain lower levels of this compound. Another strategy adopted by manufacturers is to brew beer with barley or wheat and then treat it with enzymes that degrade gluten, which, however, increases the beverage's cost. Therefore, research in this field is of great importance for individuals who enjoy beer but suffer from celiac disease, which prevents them from consuming this drink.

Cervejas sem glúten são um desafio tanto nos aspectos técnicos como comerciais, haja vista que, tradicionalmente, os ingredientes utilizados em seu processo de fabricação possuem um elevado teor de glúten, um grupo de proteínas encontrado em cereais como a cevada, um dos principais ingredientes usados na produção de cerveja. Desse modo, a formulação de receitas sem glúten se torna um problema, levando a utilização de insumos alternativos como sorgo, arroz, milho ou trigo sarraceno, que possuem um teor menor desse composto. Outra estratégia adotada pelos fabricantes é a produção de cerveja com cevada ou trigo e, posteriormente, a realização de um tratamento com enzimas que degradem o glúten, contudo, esse processo eleva o preço da bebida. Portanto, pesquisas nessa área são de suma importância para aqueles indivíduos que apreciam cerveja e que são portadores da doença celíaca.

^aUniversidade de Brasília (UnB). Campus Darcy Ribeiro. Instituto de Química (IQ/UnB).

^bUniversidade de Brasília (UnB), Instituto de Química, Laboratório de Bioprocessos, Materiais e Combustíveis, Brasília, DF, Brasil

*E-mail: labccerva@gmail.com

Palavras-chave: Glúten; produção de cerveja; doença celíaca; sem glúten; cevada.

Recebido em 20 de agosto de 2025,

Aprovado em 28 de outubro de 2025,

Publicado em 03 de novembro de 2025.

Introdução

A cerveja é uma das bebidas alcoólicas mais consumidas ao redor do mundo. Porém, a cerveja convencional não é segura para pacientes celíacos, uma vez que a ingestão de proteínas contidas em grãos como cevada, aveia, centeio e trigo, causa diversos efeitos adversos, trazendo danos ao intestino delgado e prejudicando a absorção de nutrientes. Em geral, uma solução efetiva para o problema é evitar o consumo dos alimentos que contenham glúten. Entretanto, visando o bem estar e liberdade dos portadores dessa condição, foram desenvolvidas as cervejas sem glúten. Nesse artigo pretendemos revisar e explicar os diferentes métodos de produção dessa bebida.

Metodologia

Esta revisão foi conduzida com base na literatura científica disponível em bases de dados como *Scopus*, *Web of Science*, *PubMed* e *Google Scholar*. Foram utilizados descritores como “gluten-free beer”, “gluten quantification”,

“analytical methods”, “gluten detection” e “beer production”, combinados com operadores booleanos (AND/OR).

Foram incluídos artigos originais e de revisão publicados entre 1980 e 2025 em inglês, português e espanhol, relacionados à produção de cervejas sem glúten, métodos analíticos de detecção de glúten e evolução histórica da pesquisa. Documentos sem revisão por pares ou sem acesso ao texto completo foram excluídos. Os artigos foram selecionados, sendo categorizados em três eixos temáticos: (1) processo de produção de cervejas sem glúten; (2) cronologia e evolução das pesquisas; (3) métodos analíticos para detecção de glúten.

Resultados e discussão

Processo de produção de cerveja sem glúten

A produção cervejeira baseia-se essencialmente em quatro ingredientes: água, lúpulo, levedura e malte. Este último, derivado principalmente da cevada, é a principal fonte de glúten da cerveja. O glúten corresponde a um conjunto de

proteínas presentes no endosperma amiláceo do grão, representando cerca de 75% do total proteico, sendo aproximadamente 50% formado por prolaminas e 25% por gluteninas.¹ Ademais, a produção de cervejas sem glúten apresenta diferenças significativas em relação ao método tradicional, que utiliza predominantemente malte de cevada ou trigo, que são grãos naturalmente ricos em glúten. Essas diferenças afetam todas as etapas do processo produtivo, desde a escolha das matérias-primas até a fermentação, maturação e envase.

Na fase de brassagem, nota-se que os grãos alternativos utilizados para fabricar cervejas sem glúten, como sorgo, arroz, milho ou trigo sarraceno, contém uma quantidade reduzida de enzimas amilolíticas naturais se comparados ao malte de cevada.² Portanto, faz-se necessário incorporar enzimas exógenas, como a amiloglucosidase, para assegurar que a conversão dos amidos em açúcares fermentáveis ocorra de forma eficaz.³ Ademais, é fundamental ajustar os níveis de temperatura e pH durante a brassagem, dado que esses grãos apresentam composições físico-químicas distintas das da cevada.⁴

Durante a fase de fervura, apesar de a isomerização dos alfa-ácidos do lúpulo e a esterilização do mosto acontecerem de maneira similar em ambos os métodos, a redução na quantidade de proteínas nos grãos sem glúten diminui a formação do *hot break*.⁵ Esse fenômeno está ligado à precipitação de proteínas e polifenóis (como os taninos) dissolvidos no mosto, resultando na criação de flocos visíveis ou de uma espuma densa que se separa do líquido.⁶ Como resultado da menor presença de proteínas, a estabilidade da espuma na cerveja final fica comprometida. Para solucionar essa limitação, é possível adicionar aditivos naturais, como musgo irlandês ou proteínas vegetais estabilizantes, que auxiliam na formação e manutenção da espuma.⁷

Durante a fermentação, observam-se diferenças relevantes entre o desempenho da levedura em mostos tradicionais e em mostos formulados com grãos sem glúten. Nos mostos convencionais, há uma composição mais rica em nutrientes essenciais ao metabolismo da levedura, como aminoácidos livres, peptídeos, vitaminas e minerais, entre os quais o zinco se destaca por atuar como cofator enzimático em diversas vias fermentativas.⁸ Por outro lado, os grãos alternativos utilizados na produção de cervejas sem glúten apresentam teores significativamente menores desses compostos, o que pode resultar em uma fermentação menos eficiente, impactando diretamente o teor alcoólico,

aumentando o tempo de fermentação e reduzindo a formação de ésteres e álcoois superiores, fundamentais para o perfil sensorial da bebida.⁹

Além disso, o desequilíbrio na fermentação pode deixar um sabor residual adocicado, além de afetar negativamente o corpo e o equilíbrio sensorial do produto final.⁴ Portanto, a compreensão da composição nutricional do mosto sem glúten e a aplicação de estratégias corretivas, como a suplementação com fontes de nitrogênio assimilável, sais minerais e vitaminas, são essenciais para garantir a qualidade fermentativa e o padrão sensorial esperado.¹⁰ A verificação da ausência de glúten é geralmente realizada por métodos analíticos, como o ELISA-R5, e o produto final deve atender aos critérios estabelecidos por regulamentações internacionais, que exigem teores inferiores a 20 ppm de glúten para que a cerveja possa ser rotulada como “sem glúten”.¹¹

Em contraste, na produção de cervejas convencionais, o processo é mais padronizado e consolidado, com etapas otimizadas para o uso de malte de cevada e menor necessidade de ajustes enzimáticos ou correções nutricionais.¹² Por outro lado, a produção de cerveja sem glúten, apesar dos desafios técnicos, representa uma alternativa viável e em expansão, especialmente para atender consumidores celíacos ou sensíveis ao glúten, ainda que com custo de produção mais elevado e possíveis alterações no perfil sensorial da bebida.¹³

Desse modo, as principais abordagens para obtenção de cervejas sem glúten podem ser divididas em dois grupos: (1) produção a partir de grãos naturalmente isentos de glúten e (2) produção com grãos tradicionais seguida de remoção ou degradação do glúten por métodos enzimáticos ou tecnológicos. Do ponto de vista comercial, a produção de cervejas sem glúten ainda enfrenta desafios logísticos e econômicos, como a necessidade de linhas de produção dedicadas para evitar contaminação cruzada, certificação laboratorial e o uso de insumos especiais, o que eleva o custo final da bebida.¹⁴

Cronologia das pesquisas

Em relação às pesquisas na produção de cerveja sem glúten, é possível afirmar que esta teve seu início com a demanda comercial, impulsionada inicialmente por demandas clínicas e dietéticas, especialmente relacionadas à doença celíaca, e mais recentemente por mudanças no comportamento do consumidor e tendências de alimentação saudável. As primeiras pesquisas sobre substituição do malte de cevada por grãos alternativos remontam às décadas de 1980 e 1990,

período em que as preocupações com a doença celíaca começaram a ganhar atenção na literatura médica e alimentar. Inicialmente, os estudos voltaram-se para a avaliação da toxicidade do glúten em alimentos fermentados e para a possibilidade de utilizar grãos como milho, arroz e sorgo na fermentação alcoólica.⁸

No entanto, esses primeiros experimentos enfrentaram limitações significativas que comprometeram tanto a viabilidade técnica quanto a aceitação sensorial dessas bebidas, uma vez que a baixa eficiência da conversão enzimática representava um dos principais obstáculos, pois os grãos alternativos como milho, arroz e sorgo apresentam baixos teores de enzimas naturais responsáveis pela quebra do amido em açúcares fermentáveis. Isso resultava em mostos com menor fermentabilidade, afetando o rendimento alcoólico da bebida e levando à produção de cervejas com corpo leve e pouco teor de álcool. Ademais, também havia falta de padronização nas matérias-primas utilizadas, o que gerava variações consideráveis na composição nutricional, dificultando o controle de processos como brassagem e fermentação.¹⁵

A análise organoléptica dos consumidores indicou que os produtos frequentemente apresentavam sabores considerados desequilibrados ou desagradáveis, descritos como aguados, com notas herbáceas intensas, ou com um sabor verde, um perfil associado à presença de compostos fenólicos indesejados ou à baixa complexidade de malte.¹⁶ Essa combinação de fatores limitou a aceitação pelo público e dificultou a inserção desses produtos no mercado durante os estágios iniciais da pesquisa e desenvolvimento.

Com o avanço da biotecnologia e o aprimoramento dos processos cervejeiros, o início dos anos 2000 marcou uma nova fase nas pesquisas sobre cervejas sem glúten. A introdução de enzimas exógenas comerciais (como amiloglucosidase e proteases específicas), somada ao desenvolvimento de novas cepas de leveduras tolerantes a substratos incomuns, contribuiu para melhorar a fermentabilidade dos mostos sem glúten.¹⁷

Além disso, estudos começaram a focar na caracterização nutricional e funcional dos grãos alternativos, como quinoa, teff e trigo sarraceno, revelando perfis mais adequados para formulações balanceadas. Nessa fase, surgem também as primeiras iniciativas comerciais na Europa e América do Norte, com rótulos como *gluten-free beer* ou *crafted without gluten*.¹⁸

A partir da década de 2010, as pesquisas passam a se diversificar em duas grandes linhas de desenvolvimento: (i) produção de cervejas a partir de matérias-primas naturalmente isentas de glúten e (ii) degradação do glúten em cervejas convencionais com malte de cevada, usando enzimas específicas como *prolyl endopeptidases* (PEPs).²⁰ Essa segunda abordagem, embora promissora, levantou questões regulatórias e de confiabilidade na detecção de fragmentos tóxicos de glúten, especialmente pelo uso de métodos analíticos como o ELISA-R5, que nem sempre detecta todas as frações imunogênicas.²¹

Além disso, houve importante avanço na compreensão dos impactos sensoriais e fermentativos das cervejas sem glúten, com destaque para o uso de *blends* de grãos, melhoramento genético de matérias-primas e adição de nutrientes e precursores aromáticos para compensar a ausência de compostos típicos do malte de cevada.²²

Nos últimos anos, a pesquisa em cervejas sem glúten tem priorizado a otimização sensorial, escalabilidade industrial e sustentabilidade dos insumos. Iniciativas mais recentes envolvem o uso de tecnologia de fermentação controlada, engenharia genética em leveduras e tecnologias de bioprocessamento enzimático mais eficientes.²³

Além disso, a crescente demanda por produtos sustentáveis e o aumento da conscientização sobre intolerâncias alimentares têm impulsionado inovações no setor, com cervejas artesanais sem glúten ganhando mercado em diferentes países. Ademais, a expansão do portfólio comercial tem estimulado ainda mais pesquisas sobre estabilidade de espuma, corpo da bebida e formação de compostos voláteis comparáveis aos das cervejas tradicionais.²⁴

Métodos analíticos para determinação de glúten na cerveja

Dentre os métodos analíticos mais empregados na indústria e na pesquisa, destacam-se os imunoenaios baseados em anticorpos, como o ELISA-R5 e o ELISA-G12, além de abordagens instrumentais mais avançadas, como a cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massas (LC-MS/MS) e a reação em cadeia da polimerase (PCR).²⁵

O método ELISA-R5 (*Enzyme-Linked Immunosorbent Assay*), desenvolvido com o anticorpo monoclonal R5, é amplamente recomendado por organismos internacionais como o *Codex Alimentarius*.²⁵ Ele é sensível ao

epítipo QQPFP, tal que este é uma região específica de uma molécula, geralmente um antígeno, que é reconhecido pelo sistema imunológico, especificamente por anticorpos ou células T. Essa sensibilidade é comum em todos os peptídeos do glúten, especialmente nas prolaminas de trigo, centeio e cevada. Ademais, esse método apresenta alta sensibilidade, com limites de detecção abaixo de 5 ppm, e é o mais utilizado na indústria cervejeira, devido à sua padronização e facilidade de execução.²⁶ No entanto, seu desempenho em matrizes fermentadas ou hidrolisadas, como a cerveja, é frequentemente questionado, pois a quebra do glúten durante a fermentação pode gerar fragmentos peptídicos que escapam da detecção do anticorpo R5.²⁷

Uma alternativa é o método ELISA-G12, que utiliza um anticorpo capaz de detectar o epítipo QPQLPY, um fragmento específico do glúten conhecido por provocar respostas imunológicas em pessoas com doença celíaca. Estudos indicam que o ELISA-G12 pode detectar melhor certos fragmentos imunogênicos, inclusive em produtos parcialmente hidrolisados.²⁸ Entretanto, ainda existem controvérsias quanto à equivalência entre os dois métodos e à ausência de consenso internacional sobre qual ensaio melhor representa a toxicidade residual do glúten em matrizes complexas como a cerveja.²⁹

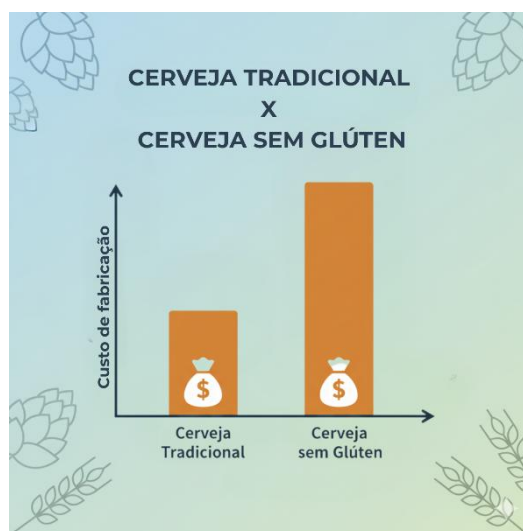
Já a LC-MS/MS (cromatografia líquida acoplada à espectrometria de massas em tandem) surge como um método instrumental de alta especificidade e sensibilidade, capaz de identificar e quantificar fragmentos específicos de peptídeos do glúten, mesmo após extensiva degradação.³⁰ Este método permite diferenciar entre fontes de glúten (trigo, centeio ou cevada) e detectar frações que não são reconhecidas por anticorpos tradicionais. No entanto, sua aplicação é limitada pelo alto custo, necessidade de equipamentos sofisticados e pessoal altamente treinado.

Por fim, a PCR (reação em cadeia da polimerase), embora útil para a detecção de material genético de cereais que contêm glúten, não é recomendada para produtos fermentados como a cerveja, uma vez que o DNA frequentemente se degrada durante o processo de fermentação. Isso pode levar a falsos negativos ou à subestimação da presença de glúten.³¹

Portanto, ainda que o ELISA-R5 permaneça o método de escolha para fins regulatórios e comerciais, especialmente por sua padronização e ampla aceitação internacional, há uma crescente demanda por métodos complementares, como a LC-MS/MS, que ofereçam maior precisão na detecção de

fragmentos potencialmente imunogênicos em matrizes fermentadas. A escolha do método ideal deve considerar o objetivo da análise, o tipo de matriz, os custos envolvidos e as exigências legais do mercado alvo.³² Na Figura 1 é apresentado um comparativo do custo de produção de cerveja com e sem glúten.

Figura 1. Comparativo custo de produção cerveja com e sem glúten. Fonte: Autoral.



Conclusões

Essa revisão apresentou os principais aspectos contidos na literatura acerca da produção de cerveja sem glúten. Além disso, evidenciou a necessidade de estudos adicionais voltados à redução dos custos de fabricação desses produtos, em comparação às cervejas tradicionais. Também foi identificado uma escassez em métodos analíticos eficazes e de baixo custo. Além dos desafios como a estabilidade da espuma e corpo da cerveja ainda são problemas que parecem ser de difícil resolução. Logo, os consumidores que possuem intolerância a glúten ou doença celíaca devem estar atentos a precedência das bebidas se desejarem consumir, haja vista que a legislação brasileira não é muito clara a respeito dos aspectos técnicos e nutricionais que esses produtos devem possuir.

Contribuições por Autor

G. S. M., B., e S. R. R. J., M. M. M. conduziram a pesquisa e a redação inicial; D. S. M. realizou a análise de dados e elaboração de figuras; G. S. M. e G.F.G. coordenaram o projeto e revisaram o manuscrito.

Conflito de interesse

Não há conflito de interesses.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Laboratório de Bioprocessos, Materiais e Combustíveis (LMCERVA) da Universidade de Brasília pelo suporte técnico e infraestrutura. Agradecem também às agências de fomento pelo apoio financeiro.

Referências

- 1 A. Van Landschoot, *Cerevisia*, 2011, **36**, 93–97.
- 2 H. K. Mayer, *Food Chem.*, 2016, **210**, 96–103.
- 3 M. Rakovic, *Food Technol. Biotechnol.*, 2018, **56**, 494–504.
- 4 D. E. Briggs, *Brewing: Science and Practice*, Woodhead Publishing, Cambridge, 2004.
- 5 H. Zhao, *J. Inst. Brew.*, 2012, **118**, 313–320.
- 6 W. Kunze, *Technology Brewing & Malting*, 5th edn, VLB Berlin, Berlin, 2014.
- 7 R. F. Alves, *Trends Food Sci. Technol.*, 2022, **120**, 1–9.
- 8 C. P. Kurtzman, in *Yeasts in Food and Beverages*, ed. G. H. Fleet, Springer, 2012.
- 9 A. E. Hill, *J. Cereal Sci.*, 2009, **50**, 495–501.
- 10 H. Zhao, *J. Inst. Brew.*, 2012, **118**, 313–320.
- 11 H. K. Mayer, *Food Chem.*, 2016, **210**, 96–103.
- 12 A. Munguia, *Food Chem.*, 2019, **274**, 203–209.
- 13 C. W. Bamforth, *Beer: Tap into the Art and Science of Brewing*, 3rd edn, Oxford University Press, Oxford, 2009.
- 14 T. Brányik, *J. Food Eng.*, 2012, **108**, 493–506.
- 15 A. S. Hager, J. P. Taylor, D. M. Waters and E. K. Arendt, *Trends Food Sci. Technol.*, 2014, **36**, 44–54.
- 16 A. De Meo, S. L. Freeman, O. Marconi, G. Perretti and P. Fantozzi, *LWT - Food Sci. Technol.*, 2011, **44**, 1376–1381.
- 17 H. K. Mayer, M. Arnolds and E. Buehler, *Brew. Sci.*, 2017, **70**, 25–36.
- 18 E. F. Vieira, O. Pinho and I. M. P. L. V. O. Ferreira, *Curr. Nutr. Food Sci.*, 2019, **15**, 214–228.
- 19 B. S. E. Elzain and A. F. Mustafa, *J. Food Prod. Mark.*, 2018, **24**, 322–335.
- 20 M. L. Colgrave, H. Goswami and C. A. Howitt, *J. Agric. Food Chem.*, 2017, **65**, 9506–9515.
- 21 T. Thompson, *J. Am. Diet. Assoc.*, 2009, **109**, 1584–1586.
- 22 M. Zdaniewicz, A. Pater and P. Satora, *J. Inst. Brew.*, 2020, **126**, 30–39.
- 23 S. Ramakrishnan and S. N. Gummadi, *Biotechnol. Prog.*, 2021, **37**, e3087.
- 24 J. Silva, R. Lopes and J. Teixeira, *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, 2023, **22**, 1785–1802.
- 25 Codex Alimentarius Commission, *Standard for Foods for Special Dietary Use for Persons Intolerant to Gluten*, Codex Stan 118-1979.
- 26 E. Méndez, C. Vela, U. Immer and F. W. Janssen, *Eur. J. Gastroenterol. Hepatol.*, 2005, **17**, 1053–1063.
- 27 M. L. Colgrave, H. Goswami and C. A. Howitt, *J. Agric. Food Chem.*, 2017, **65**, 9506–9515.
- 28 B. Morón, M. T. Bethune, I. Comino *et al.*, *J. Agric. Food Chem.*, 2008, **56**, 6857–6863.
- 29 L. K. Allred, C. Ritter, S. Vielhaber *et al.*, *Food Chem.*, 2020, **327**, 127045.
- 30 J. A. Sealey-Voyksner, J. Zweigenbaum, R. D. Voyksner *et al.*, *J. AOAC Int.*, 2010, **93**, 200–206.
- 31 Z. Bugyi, K. Török, L. Hajas *et al.*, *Food Control*, 2013, **33**, 385–390.
- 32 K. A. Scherf, R. E. Poms and P. Koehler, *J. Cereal Sci.*, 2016, **67**, 112–122.