

PRODUÇÃO DA CERVEJA ARTESANAL: APLICAÇÃO DAS ENZIMAS NO PROCESSO DE PRODUÇÃO

Data de submissão: 09/08/2023

Data de aceite: 02/10/2023

Beatriz Rodrigues Santa Rosa

Universidade Federal do Tocantins
Palmas - Tocantins
<https://lattes.cnpq.br/6263052491361800>

Ana Karla Rodrigues Dos Santos

Universidade Federal do Tocantins
Palmas - Tocantins
<http://lattes.cnpq.br/6022052230588791>

Antônio José de Sousa Caminha

Universidade Federal do Tocantins
Palmas - Tocantins
<http://lattes.cnpq.br/2647162881176317>

Elisângela Santo Reis de Oliveira

Universidade Federal do Tocantins
Palmas - Tocantins
<http://lattes.cnpq.br/9806120763323839>

Luana de Araújo Nogueira Santiago

Universidade Federal do Tocantins
Palmas - Tocantins
<http://lattes.cnpq.br/8692598507249516>

Luana Regina Pereira Alves

Universidade Federal do Tocantins
Palmas - Tocantins
<http://lattes.cnpq.br/1225108605600848>

Alex Fernando de Almeida

Universidade Federal do Tocantins
Palmas - Tocantins
<http://lattes.cnpq.br/3042922895338679>

Sergio Andres Villalba Morales

Universidade Federal do Tocantins
Palmas - Tocantins
<https://lattes.cnpq.br/7673526126442085>

RESUMO: O segmento da indústria cervejeira vem ganhando destaque acompanhado de um processo de crescimento do mercado das cervejarias artesanais. Atualmente, existe uma grande variedade na produção de cervejas, com diferentes formulações, sendo esta uma importante atividade econômica para diversos países. A cerveja é a bebida alcoólica de maior consumo no Brasil, sendo este também o maior produtor. As cervejas artesanais tem em seu processo de produção características únicas, trazidas por diversas formulações que contêm não apenas os ingredientes básicos de fabricação da cerveja industrial (água, malte, lúpulo e levedura), como também a adição de especiarias, como frutas, café, pimentas e até mesmo gengibre. Dentre os ingredientes utilizados na produção de cerveja o malte se destaca como principal matéria-prima na produção da bebida. Os cereais mais utilizados para a malteação dos seus grãos são apenas a cevada, o trigo

e o centeio, devido a sua capacidade de desenvolvimento das enzimas alfa e beta-amilases durante a sua germinação. As enzimas desempenham um papel fundamental na qualidade da cerveja, afetando características como: teor alcoólico, corpo, clarificação e estabilidade da espuma. A utilização das enzimas comerciais para a produção de cerveja se dá durante a mosturação como complementação ou substituição da atividade enzimática naturalmente presente no malte, sendo insuficiente para realizar uma conversão satisfatória, as enzimas exógenas são adicionadas com o objetivo de maior controle, velocidade e padronização do processo. Neste capítulo serão abordados o processo de produção da cerveja artesanal, as matérias-primas utilizadas em cada etapa da produção, o papel das enzimas em todas as fases, os aditivos permitidos pela legislação brasileira, além das tendências, inovações e desafios no setor cervejeiro.

PALAVRAS-CHAVE: Cerveja artesanal, Processo de produção, ingredientes, enzimas comerciais.

CRAFT BEER PRODUCTION: ENZYME APPLICATION ON THE PRODUCTION PROCESS

ABSTRACT: The segment of the beer industry has been gaining prominence alongside a growth process in the craft brewery market. Currently, there is a wide variety in beer production, with different formulations, making it an important economic activity for several countries. Beer is the most consumed alcoholic beverage in Brazil, which is also the largest producer. Craft beers have unique production characteristics, brought about by various formulations that include not only the basic brewing ingredients (water, malt, hops, and yeast) but also the addition of spices like fruits, coffee, peppers, and even ginger. Among the ingredients used in beer production, malt stands out as the primary raw material for brewing. The grains of barley, wheat, and rye are the most commonly used for malting due to their ability to develop alpha and beta-amylase enzymes during germination. Enzymes play a crucial role in beer quality, affecting characteristics such as alcohol content, body, clarification, and foam stability. The use of commercial enzymes in beer production occurs during mashing as a complement or replacement for the enzymatic activity naturally present in malt. Since this is often insufficient to achieve satisfactory conversion, exogenous enzymes are added with the aim of enhancing control, speed, and standardization of the process. This chapter will address the craft beer production process, the raw materials used in each production stage, the role of enzymes in all phases, additives allowed by Brazilian legislation, as well as trends, innovations, and challenges in the beer industry.

KEYWORDS: Craft Beer, Production Process, Ingredients, Commercial Enzymes.

1 | INTRODUÇÃO

A cerveja é a bebida alcoólica de maior consumo no Brasil, sendo este também o maior produtor, ficando atrás apenas, da China e dos Estados Unidos, podendo alcançar em 2023 o volume de produção de 16,1 bilhões de litros, representando um crescimento de 4,5% em relação ao ano de 2022, segundo dados do Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja (SINDICERV, 2022).

A Instrução Normativa nº 65 de 10 de dezembro de 2019, define a cerveja como uma bebida resultante da fermentação, a partir da levedura cervejeira, do mosto de cevada malteada ou de extrato de malte, e “submetido previamente a um processo de cocção adicionado de lúpulo ou extrato de lúpulo, hipótese em que uma parte da cevada malteada ou do extrato de malte poderá ser substituída parcialmente por adjunto cervejeiro” (BRASIL, 2019).

Consideram-se adjuntos cervejeiros a cevada não malteada e os demais cereais malteados ou não-malteados aptos para o consumo humano como alimento. Também são considerados adjuntos cervejeiros o mel e os ingredientes de origem vegetal, fontes de amido e de açúcares, aptos para o consumo humano como alimento, onde a quantidade máxima empregada desse conjunto de adjuntos definidos, deve ser menor ou igual a 25% em peso em relação ao extrato primitivo (BRASIL, 2019).

No Brasil, é observado um grande crescimento das cervejarias artesanais, que tem como diferenciais a produção em menor escala e as inúmeras possibilidades de inovar com ingredientes locais, naturais e livres de conservantes criando um mercado diferenciado podendo ser atendido pelo cervejeiro artesanal, profissional capaz de atender um mercado mais restrito e exigente, que preza pela qualidade e alta variedade de estilos (CERVBRASIL, 2021; MARCUSSO, 2015).

As cervejas artesanais tem em seu processo de produção características únicas, trazidas por diversas formulações que contêm não apenas os ingredientes básicos de fabricação da cerveja industrial (água, malte, lúpulo e levedura), como também a adição de especiarias, como frutas, café, pimentas e até mesmo gengibre (LEMOS, 2017)

Dentre os ingredientes utilizados na produção de cerveja o malte se destaca como principal matéria-prima na produção da bebida sendo responsável pela textura, cor, aroma e o sabor. Os cereais mais utilizados para a malteação dos seus grãos são apenas a cevada, o trigo e o centeio, devido a sua capacidade de desenvolvimento das enzimas alfa e beta-amilases durante a sua germinação (FLORES; WATANABE, 2014).

As enzimas desempenham um papel fundamental na qualidade da cerveja, afetando características como: teor alcoólico, corpo, clarificação e estabilidade da espuma. A utilização das enzimas comerciais para a produção de cerveja se dá durante a mosturação como complementação ou substituição da atividade enzimática naturalmente presente no malte, sendo insuficiente para realizar uma conversão satisfatória, as enzimas exógenas são adicionadas com o objetivo de maior controle, velocidade e padronização do processo. Na fermentação as enzimas responsáveis são advindas das leveduras presentes no mosto.

Neste capítulo serão abordados o processo de produção da cerveja artesanal, as matérias-primas utilizadas na produção, o papel das enzimas em todas as fases, os aditivos permitidos pela legislação brasileira, além das tendências e inovações no setor cervejeiro.

2 | MERCADO CERVEJEIRO NO BRASIL

Atualmente, existe uma grande variedade na produção de cervejas, com diferentes formulações, sendo esta uma importante atividade econômica para diversos países.

O Brasil é o terceiro maior produtor de cerveja do mundo, atrás da China e dos Estados Unidos e deve alcançar, em 2023, o volume de vendas de 16,1 bilhões de litros, um crescimento de 4,5% em relação a 2022, de acordo com dados da empresa de mercado Euromonitor International, para o Sindicato Nacional da Indústria da Cerveja (SINDICERV,2023) e possui uma cultura de consumo significativa entre os brasileiros.

O segmento da indústria cervejeira vem ganhando destaque acompanhado de um processo de crescimento do mercado das cervejarias artesanais. Segundo dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) o número de cervejarias artesanais passou de 114 no ano de 2010 para 1383 estabelecimentos registrados no ano de 2020.

No anuário de cerveja divulgada em 5 de julho de 2023 pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa) também houve um crescimento do setor cervejeiro de 11,6% em relação ao ano de 2022, com a abertura de 180 novos estabelecimentos em todo o país. Ao todo, o Brasil registra 1.729 cervejarias. Conforme mostra figura 1 baixo.

Gráfico 1: Total de estabelecimentos registrados

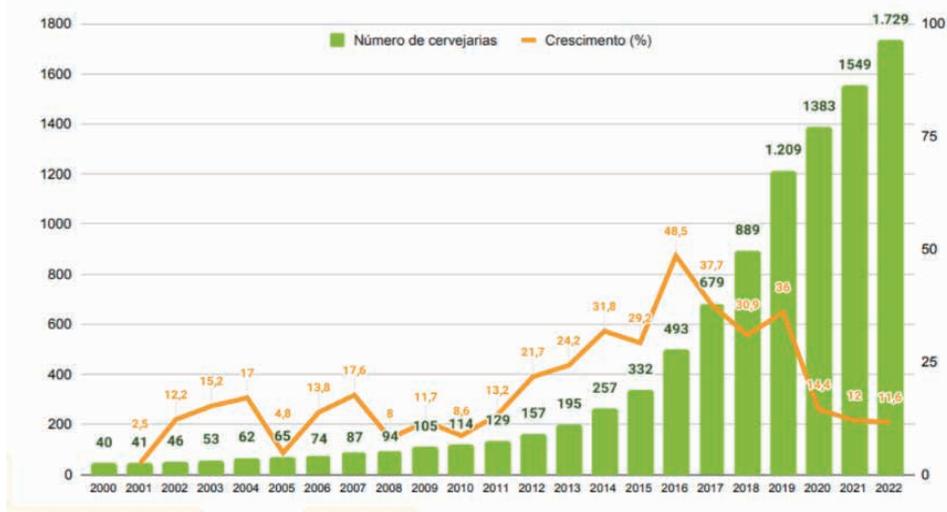


Figura 1. Representa o número de estabelecimentos desde 2000 até 2022 (MAPA, 2022).

3 | ETAPAS DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DA CERVEJA

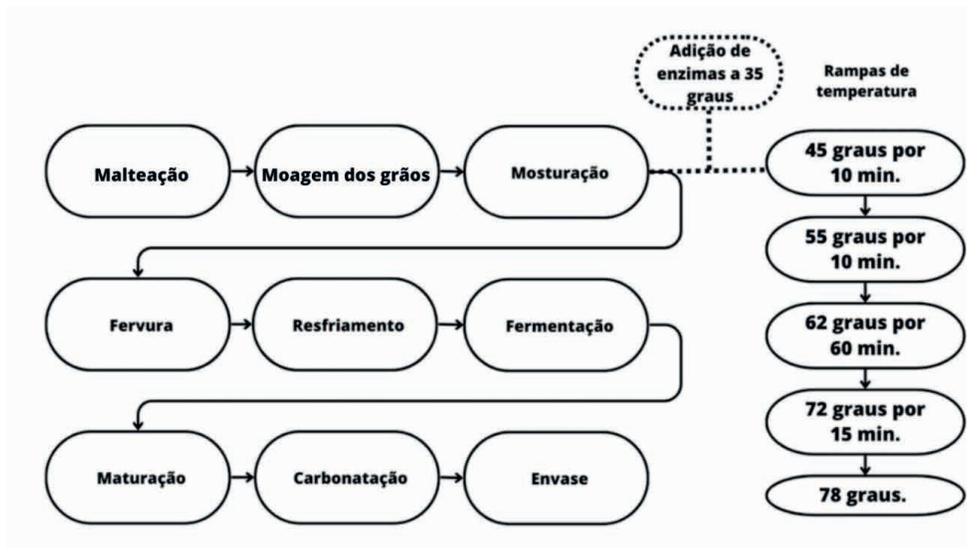


Figura 2. Fluxograma das etapas de processo cervejeiro

Fonte: Fluxograma elaborado por Rosa (2023).

3.1 Malteação

A malteação se trata da transformação dos grãos de cevada em malte, onde o objetivo é simular a germinação natural do grão no campo em um ambiente controlado para atingir maior produtividade. Nos primórdios, era feita de maneira rudimentar, por meio da germinação controlada dos grãos de cevada e secagem ao sol. Com o passar dos séculos, técnicas mais sofisticadas foram desenvolvidas para melhorar a eficiência e qualidade do malte, como por exemplo, o emprego de sistemas de aquecimento, como o forno de secagem, que permitiu um melhor controle da temperatura e do tempo de secagem, resultando em maltes mais consistentes e padronizados (STEINER, E. et al. 2011).

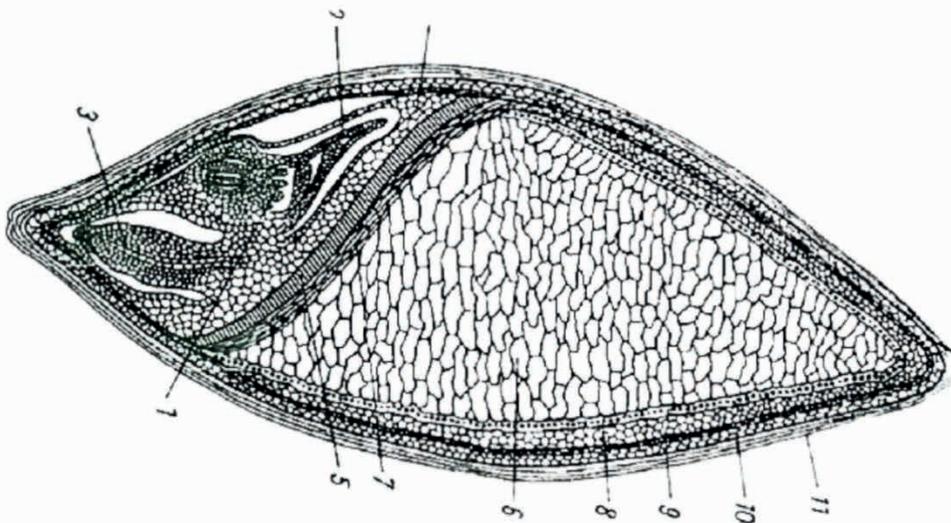


Figura 3. Corte vertical da cevada, mostrando as 3 principais partes do grão: edosperma, casca e embrião. (KUNZE, W. 2019).

Inicialmente a cevada é submergida em água para que absorva a umidade e ocorra sua germinação. Em seguida, se interrompe o crescimento das plântulas germinadas. Os grãos então são mantidos em condições controladas de temperatura e umidade para permitir o desenvolvimento das enzimas naturais presentes na cevada. Após esse processo, eles passam por uma máquina para retirada da radícula. No processo de secagem se confere diferentes características de sabor e cor ao malte, dependendo das condições e temperaturas de secagem utilizadas (HOUGH, J. 2013).

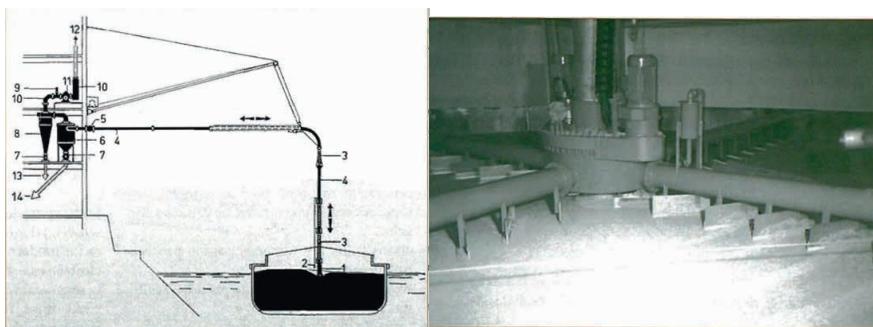


Figura 4 e 5. Estação de germinação da malteação. (KUNZE, W. 2019).

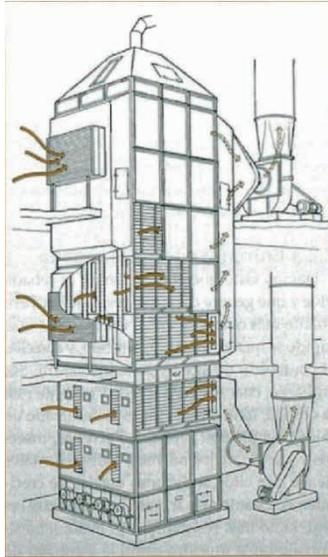


Figura 6. Estação de secagem da malteação. (KUNZE, W. 2019)

3.2 Moagem

O malte, produto da malteação é então moído em um moinho de rolos de maneira que se exponha o amido do endosperma, mas que se mantenham as cascas inteiras para auxiliar na clarificação (KUNZE, Wolfgang. 2019).

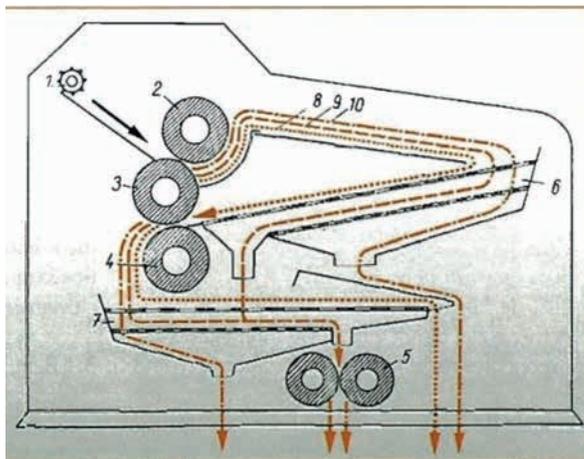


Figura 7. Moinho industrial de 5 rolos. (KUNZE, W. 2019).

3.3 Mosturação

O malte, já devidamente moído, é adicionado à tina de mostura junto com água

quente para iniciar o processo de mosturação. Segundo DANIELS, Ray. 1998, é durante a mosturação que as enzimas são então ativadas em etapas conhecidas como “Rampas de Temperatura”, que são temperaturas ótimas para ações de enzimas específicas, isso é feito para alcançar a melhor taxa de conversão dos amidos em açúcares fermentáveis. Os açúcares e proteínas extraídos do malte fornecem o substrato necessário para as leveduras durante o processo de fermentação, em que o açúcar é convertido em álcool e dióxido de carbono, resultando na cerveja final (TSCHOPE, E. 2001).

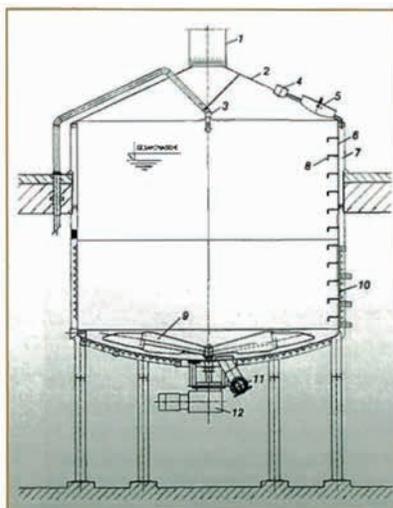


Figura 8. Tina de mosturação. (KUNZE, W. 2019).

3.4 Clarificação

Segundo REINOLD, M. 1997, etapa seguinte consiste na clarificação do mosto, líquido resultante da combinação de malte e água, e para a remoção de resíduos sólidos indesejados, como cascas de grãos e outros sedimentos é realizada em seguida a clarificação. Durante esse processo a ação enzimática realizada na mosturação desempenha um papel importante, pois se não bem realizada resulta em um mosto viscoso, que apresenta dificuldade para ser filtrado e clarificado. (KUNZE, Wolfgang. 2019).

3.5 Fervura e adição de lúpulo

Após a clarificação, o mosto é segue para a tina de fervura. Nessa etapa, além da esterilização do mosto, se faz a adição de lúpulo, que confere aromas e sabores característicos da cerveja. Durante a fervura devido ao calor, algumas enzimas podem ser desnaturadas, perdendo sua atividade (MOSHER, R. 2018).

3.6 Resfriamento e fermentação

O mosto após fervido é resfriado rapidamente para uma temperatura adequada

para a adição de leveduras. As leveduras irão converter os açúcares fermentescíveis presentes no mosto que foram disponibilizados pelas enzimas na etapa de mosturação em álcool e dióxido de carbono. Embora as enzimas não sejam a principal reação, algumas leveduras podem produzir enzimas para a conversão de açúcares complexos em açúcares fermentescíveis durante esse processo, contribuindo para a eficiência e acaba gerando compostos aromáticos (MCCABE, J. T.; KHALSA, J.K. 1999).

3.7 Maturação e carbonatação

Após a fermentação, segundo LEWIS, M.; YOUNG, T. W. 2002, a cerveja para que se desenvolva aromática e gustativamente a cerveja passa por um período de maturação. Durante essa fase, as enzimas presentes na cerveja podem continuar a atuar em níveis reduzidos, contribuindo para a evolução do perfil sensorial. Em seguida, ocorre a carbonatação, em que o dióxido de carbono é injetado à cerveja para conferir a efervescência desejada.

3.8 Envase e armazenamento

Por fim, a cerveja é envasada em garrafas, latas ou barris e armazenada em condições adequadas.

Durante todo o processo de produção de cerveja, a atividade enzimática mostrou ser crucial ter uma eficiente fermentação, agindo na conversão dos componentes do malte em açúcares fermentescíveis, na quebra de proteínas, na redução de viscosidade e na formação de sabores e aromas complexos (POLLOCK, J.R.A. 1979).

4 | ENZIMAS CERVEJEIRAS

Enzimas são proteínas que têm como função acelerar reações metabólicas, reduzindo a quantidade de energia necessária para que elas ocorram e sua atividade é influenciada por alguns fatores como o pH, a temperatura do meio e o tempo de contato. Desempenham um papel fundamental na qualidade da cerveja, afetando características como teor alcoólico, corpo, clarificação e estabilidade da espuma. A aplicação de enzimas comerciais para a produção de cerveja se dá durante a mosturação como forma complementar ou substituir a atividade enzimática naturalmente presente no malte, que não era suficiente para realizar uma conversão satisfatória, assim os cervejeiros passaram a utilizar essas enzimas comerciais para se ter um maior controle, velocidade, limpidez e padronização do processo (GOMAA, A. M. 2018).

4.1 Enzimas na mosturação

Para a elaboração da cerveja, contamos com a participação de diversas enzimas desempenhando papéis fundamentais no processo de mosturação convertendo os

componentes do grão em açúcares fermentáveis, e afetando a qualidade e as características da cerveja final (POLLOCK, J.R.A. 1979). A seguir, serão descritas as principais enzimas utilizadas na produção de cerveja, bem como suas funções específicas durante o processo de mosturação:

α-amilase: responsável pela hidrólise do amido presente no grão de cevada em açúcares de maior peso molecular, como as dextrinas. Ela atua quebrando as ligações internas do amido, convertendo-o em açúcares que serão utilizados pelas leveduras, mas que trarão o dulçor e o corpo à cerveja. A α-amilase tem sua faixa ótima de ação nas temperaturas de 70°C a 75°C e tem maior atividade em pH ácido (MOTTA, J. F. G. et al. 2023).

β-amilase: também atua na quebra do amido, convertendo-o em açúcares fermentescíveis e impactam diretamente no teor alcoólico final da cerveja. No entanto, a β-amilase atua nas extremidades do amido, quebrando as ligações externas e liberando açúcares menores, como a maltose e a maltotriose. A β-amilase tem temperaturas ótimas mais baixas, na faixa de 60°C a 65°C, e tem maior atividade em pH neutro (Gomes, F. O. 2023).

Proteases: enzimas responsáveis pela quebra das proteínas presentes no grão de cevada. Durante o processo de mosturação, as proteases degradam as proteínas em aminoácidos, peptídeos e polipeptídeos menores. A atividade proteolítica é importante para a formação e estabilidade da espuma, atividade das leveduras, estabilidade da cerveja e desenvolvimento de sabores e aromas complexos (POLLOCK, J.R.A. 1979).

β-glucanase: atua na quebra de β-glucanos, um tipo de polissacarídeo presente na parede celular dos grãos. A atividade da β-glucanase é importante para evitar a formação de viscosidade excessiva durante o processo de mosturação, facilitando a filtragem e a clarificação do mosto (ZHANG, W. et al. 2023).

Hemicelulase: enzimas responsáveis pela quebra dos polissacarídeos presentes na parede celular do grão, como xilanas e arabinogalactanas. Essas enzimas atuam na degradação das hemiceluloses, facilitando a extração dos componentes do grão durante a mosturação (de SOUZA, T.S.P.; KAWAGUTI, H.Y. 2021).



Figura 9. Paredes de celulose dentro do grão (KUNZE, W. 2019).

Cada enzima tem uma faixa de temperatura e pH ótimos para sua atividade, e o controle adequado desses parâmetros é essencial para garantir a eficiência das enzimas e a obtenção dos resultados desejados.

4.2 Enzimas na fermentação

Já durante a fermentação, as enzimas dessa etapa não desempenham qualquer papel já que são desativadas no final desse processo (DE SCHEPPER, C. F. et al. 2022). No entanto, algumas enzimas podem estar presentes nas leveduras e continuar a converter açúcares complexos em açúcares fermentescíveis e liberar moléculas de aromas e sabores durante a fermentação, contribuindo para a eficiência e a produção de novos compostos.

A seguir iremos citar as principais enzimas produzidas pelas leveduras e ativas durante a fermentação:

Invertase – catalisa a hidrólise altamente exotérmica e irreversível da sacarose em glicose e frutose. Os cereais não apresentam moléculas de sacarose em sua composição, mas outros adjuntos utilizados comumente na cerveja como o açúcar de cana e beterraba, além do mel, apresentam e por isso se faz importante sua utilização (MANOOCHEHRI, H. et al. 2020).

β -glicosidade - enzima responsável pela biotransformação dos terpenos atuando em um glicosídeo (álcoois orgânicos, álcoois terpenos ou compostos carbônicos), liberando o terpeno aromático e uma molécula de glicose. Vale destacar que os terpenos têm forte característica sensorial. Essa enzima ela libera para o meio os precursores intermediários de aromas como o geraniol e o alfa-humuleno, que após outras biotransformações, se converterão em beta-citronelol, nerol, linalol e cariofileno que são terpenos bem aromáticos (SVEDLUND, N. et al. 2022).

Cisteína- β -liase – enzima responsável pela biotransformação dos tióis presentes em uma minúscula fração, menos de 1%, dos óleos essenciais do lúpulo sendo os mais comuns o 4MSP e 3MH. Eles se encontram em concentração muito baixa, porém são

potentes aromaticamente. Normalmente, são inativos, pois estão ligados a aminoácidos como a cisteína e por isso é necessário a utilização dessa enzima na forma exógena para sintetizar essa ligação (KOICHIRO KOIE et al. 2022).

Nessa etapa do processo, não há que se falar em pH e temperaturas ótimas dessas enzimas já que sua ação, apesar de importantes, são secundárias, sendo a fermentação a principal atividade e se alcançar.

5 | TENDÊNCIAS E INOVAÇÃO

A aplicação de enzimas comerciais durante a mosturação veio como forma complementar ou substitutiva a atividade enzimática naturalmente presente no malte, que não era o suficiente para realizar uma conversão satisfatória dos amidos (MAN, L. V. V.; NGUYET, T. N. M. 2005), assim os cervejeiros lançam mão dessas enzimas comerciais para se ter uma maior agilidade, controle e padronização do processo. Hoje, com avanços na seleção de variedades de cevada, métodos de armazenamento e técnicas de malteação, temos maltes de maior taxa enzimática endógena que no passado, conseguindo então realizar a conversão sem a necessidade da aplicação de enzimas exógenas (GUIDO, L. F.; FERREIRA, I. M. 2023).

Entretanto, quando se utiliza adjuntos não-maltados na mosturação ou na produção pelo método high gravity (PULIGUNDLA, P. et al. 2020), a carga enzimática presente nos maltes pode não ser o suficiente para realizar a conversão satisfatória dos amidos presentes no malte de cevada e nos adjuntos conjuntamente, além do fato que esses adjuntos podem ter um baixo teor de enzimas próprias. De acordo com Bogdan e Kordialik-Bogacka (2017) a baixa conversão pode acarretar em um impacto negativo na estabilidade da cerveja, resultando em uma cerveja defeituosa, com sabores desagradáveis e características sensoriais indesejadas. Para driblar este problema, nesses casos o emprego de preparos com enzimas comerciais se torna uma alternativa viável. Esses preparos enzimáticos comerciais contêm as enzimas beta-glucanase e hemicelulase (de SOUZA, T.S.P.; KAWAGUTI, H.Y. 2021).

Os principais adjuntos que podemos citar, são a cevada não malteada, milho, arroz, sorgo, trigo e tubérculos. Existe uma ampla gama de estilos de cervejas que em suas receitas são agregados adjuntos como a cervejas de Weissbier e Witbier (trigo) (REIS SELVATI COSTA, B. et al. 2020)., Oatmeal Stout (aveia), American Standard Lager (milho e arroz) e cervejas sem glúten (sorgo) (GASIŃSKI, A. et al. 2023).

Os diferentes aportes sensoriais dados aos adjuntos permitem atender diversas demandas do mercado cervejeiro e seu emprego também pode ser atribuída à disponibilidade dessas matérias-primas regionais, conferindo tipicidade aos produtos e valorização da mão de obra local.

Além da busca por novos adjuntos, a parte enzimática também tem alto valor devido

à busca de novos aromas e sabores que sua utilização pode trazer para as cervejas. Nesse sentido, as enzimas cisteína-beta-liase e beta-glicosidase vem ganhando muito destaque nos últimos anos já que seus aromas frutados e florais agradam a uma parte considerável do público consumidor e abre porta para novos consumidores (TAKOI, K. et al. 2010).

Podemos concluir que sendo tendência à busca constante pela elaboração de novas receitas e a exploração de novos ingredientes, a utilização das enzimas comerciais ainda se fazem necessárias para a consolidação de novos estilos de cerveja.

6 | DESAFIOS

A cerveja artesanal tem ganhado cada vez mais popularidade no Brasil. No entanto, com seu crescimento também surgem alguns desafios para o setor. Abaixo estão elencados alguns dos principais desafios enfrentados pelas cervejarias artesanais no Brasil:

- **Carga Tributária:** A indústria de cerveja no Brasil é altamente regulamentada e possui uma carga tributária significativa. Isso pode ser especialmente difícil para as cervejarias artesanais, que geralmente operam em menor escala e possuem recursos financeiros limitados;
- **Concorrência com as Grandes Marcas:** As cervejarias artesanais competem com as grandes marcas de cerveja que têm uma presença estabelecida no mercado. A publicidade em larga escala das cervejarias comerciais torna difícil para as cervejarias artesanais alcançarem uma base de consumidores mais ampla;
- **Distribuição e Logística:** A distribuição de cervejas artesanais pode ser um desafio. As grandes cervejarias têm redes de distribuição consolidadas, enquanto as cervejarias artesanais podem enfrentar dificuldades para levar seus produtos a mercados mais distantes;
- **Capacidade de Produção Limitada:** Cervejarias artesanais geralmente têm capacidades de produção menores em comparação com as cervejarias comerciais. O aumento da demanda pode levar a problemas de escassez de produtos e a dificuldades em atender aos pedidos;
- **Qualidade e Consistência:** Manter a qualidade e a consistência do produto é um desafio para as cervejarias artesanais, especialmente quando há um crescimento rápido. Garantir que cada lote produzido tenha o mesmo padrão de qualidade pode ser complicado;
- **Educação do Consumidor:** Muitos consumidores ainda não estão familiarizados com o conceito de cervejas artesanais e podem não compreender as diferenças entre as cervejas industriais e as cervejas artesanais. A educação do consumidor é fundamental para aumentar o interesse e a demanda por cervejas artesanais;
- **Sazonalidade:** Algumas cervejas artesanais são produzidas sazonalmente, com

ingredientes específicos disponíveis apenas em determinadas épocas do ano. Isso pode levar a flutuações na oferta e na demanda;

- Regulamentações e Normas: As cervejarias artesanais estão sujeitas a regulamentações governamentais específicas relacionadas à produção e rotulagem de bebidas alcoólicas. O cumprimento dessas normas pode ser oneroso para as pequenas cervejarias;
- Custos de Produção: Ingredientes de alta qualidade podem ser caros, especialmente quando produzidos de forma sustentável. Além disso, aquisição de equipamentos especializados e tecnologia adequada também pode representar um investimento significativo.

Apesar dos desafios, a cerveja artesanal continua a crescer no Brasil devido ao aumento do interesse dos consumidores por produtos locais, de qualidade e com características distintas. As cervejarias artesanais têm conquistado espaço no mercado e contribuído para a diversificação e inovação da indústria cervejeira no país

7 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cerveja artesanal é uma tendência e tem ganhado cada vez mais espaço e reconhecimento no mundo. Esta bebida encontra-se na categoria de cervejas produzidas em menor escala, com ingredientes selecionados e um processo de fabricação mais cuidadoso e artesanal, resultando em produtos com sabores, aromas e característicos.

Contudo, é importante ressaltar que, como em qualquer indústria, também existem desafios na produção e comercialização da cerveja artesanal. Alguns dos principais obstáculos para produção dessa bebida no Brasil são: a concorrência acirrada, os altos custos de produção, a necessidade de educar o consumidor sobre os diferentes estilos de cerveja e a garantia de padrões de qualidade consistentes.

A cerveja artesanal representa uma tendência valiosa para o setor cervejeiro, trazendo uma experiência sensorial única, valorizando a cultura local, estimulando a inovação e promovendo um consumo mais consciente. Seja um apreciador ocasional ou um entusiasta de cervejas, a diversidade e a qualidade das cervejas artesanais oferecem uma experiência única.

REFERÊNCIAS

BOGDAN, P.; KORDIALIK-BOGACKA, E. **Alternatives to malt in brewing**. Trends in Food Science & Technology, v. 65, p. 1-9, 2017.

BRASIL. Instrução Normativa nº 65, de 10 de dezembro de 2019. **Estabelece os padrões de identidade e qualidade para os produtos de cervejaria**. Diário Oficial da União. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucaonormativa>>

CERVBRAZIL – Associação Brasileira da Indústria da Cerveja. **A cerveja**. 2021. Disponível em: < http://www.cervbrasil.org.br/novo_site/a-cerveja>

DANIELS, Ray. **Designing Great Beers: the ultimate guide to brewing classic beer styles**. Colorado: Brewers Publications, 1998.

DE SCHEPPER, C. F. et al. **A kinetic study on the thermal inactivation of barley malt α -amylase and β -amylase during the mashing process**. Food Research International, v. 157, p. 111201, 2022.

FLORES, R. G.; WATANABE, S. H. **Desenvolvimento de cerveja estilo witbier através do processo semi-industrial, controle de qualidade e análise sensorial**. R.E.V.I - Revista de Estudos Vale do Iguaçu, v. 1, n. 23, p. 27–48, 2014.

GASIŃSKI, A. et al. **Production of gluten-free beer brewing from sorghum malts mashed without external enzyme preparations**. v. 112, p. 103693–103693, 1 jul. 2023.

GOMAA, A. M. **Application of Enzymes in Brewing**. 26 jan. 2018.

Gomes, F. O. **Atividade Enzimática da Beta-Amilase em Cerveja Utilizando Diferentes Períodos de Repouso**. Ciência e Tecnologia de Alimentos: o Avanço da Ciência no Brasil, v.3, p.84-93, 31 mar. 2023.

GUIDO, L. F.; FERREIRA, I. M. **The Role of Malt on Beer Flavour Stability**. Fermentation, v. 9, n. 5, p. 464, 1 maio 2023.

HOUGH, J s et al. **Technology Brewing and Malting Volume 1: malt and sweet wort**. 2. ed. Nova York: Springer, 2013.

HOUGH, J s et al. **Technology Brewing and Malting Volume 2: Hopped Wort and Beer**. 2. ed. Nova York: Springer, 2013

KOICHIRO KOIE et al. **Development of a flavor hop (*Humulus lupulus* L.) cultivar, “Furano Magical”, with cones rich in 4-methyl-4-sulfonylpentan-2-one**. v. 102, n. 11, p. 4677–4684, 7 mar. 2022.

KUNZE, Wolfgang. **Technology Brewing and Malting**. 6. ed. Berlin: Vlb, 2019.

LEMOS, E.H. **Automação de um processo de malteação**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Automação Industrial). 55f. 2017. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. Araxá, MG. 2017.

LEWIS, Michael; YOUNG, Tom W. **Brewing**. 2. ed. Nova York: Springer, 2002.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Anuário da Cerveja 2023**. Brasília - DF. 2023.

MCCABE, John T.; KHALSA, Japa Kaur. **The Practical Brewer**. 3. ed. Londres: Amer Assn of Cereal Chemists, 1999.

MALLETT, John. **Malt: A Practical Guide from Field to Brewhouse**. Colorado: Brewers Publications, 2014.

MAN, L. V. V.; NGUYET, T. N. M. **Effect of utilization of microbial enzyme complex in mashing process from malt and sweet potato**. VNUHCM Journal of Science and Technology Development, v. 8, n. 10, p. 35–41, 31 out. 2005.

MANOOCHEHRI, H. et al. **A review on invertase: Its potentials and applications**. Biocatalysis and Agricultural Biotechnology, v. 25, p. 101599, maio 2020.

MARCUSSO, E. F. **AS MICROCERVEJARIAS NO BRASIL ATUAL: Sustentabilidade e Territorialidade**. SOROCABA-SP: Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade na Gestão Ambiental - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS 171 p. 2015.

MOSHER, Randy. **Radical Brewing: receitas, contos e ideias transformadoras em um copo de cerveja**. Porto Alegre: Krater, 2018.

MOTTA, J. F. G. et al. **Use of enzymes in the food industry: a review**. Food Science and Technology, v. 43, p. e106222, 27 mar. 2023.

OKOLO, B. N. et al. **Influence of malted barley and exogenous enzymes on the glucose/maltose balance of worts with sorghum or barley as an adjunct**. Journal of the Institute of Brewing, v. 126, n. 1, p. 46–52, 2020.

POLLOCK, J.R.A. **Brewing Science vol1**. Londres: Academic Press, 1979.

POLLOCK, J.R.A. **Brewing Science vol2**. Londres: Academic Press, 1979.

PULIGUNDLA, P. et al. **Recent developments in high gravity beer-brewing**. Innovative Food Science & Emerging Technologies, v. 64, p. 102399, ago. 2020.

REINOLD, Matthias R. **Manual Prático de Cervejaria**. São Paulo: Aden, 1997.

REIS SELVATI COSTA, B. et al. **Desenvolvimento de cerveja no estilo witbier adicionada de gengibre (*Zingiber officinalis*) e sua influência na fermentação**. Revista Eletrônica TECCEN, v. 13, n. 2, p. 52–56, 23 dez. 2020.

de SOUZA, T.S.P.; KAWAGUTI, H.Y. **Cellulases, Hemicellulases, and Pectinases: Applications in the Food and Beverage Industry**. Food Bioprocess Technol, v. 14, p. 1446-1477, 2021.

SINDICATO NACIONAL DA INDÚSTRIA DA CERVEJA – SINDICERV. **A cerveja**, 2007. Disponível em <<http://www.sindicerv.com.br>>. Acesso em 01/07/2023

STEINER, E. et al. **Comparison of beer quality attributes between beers brewed with 100% barley malt and 100% barley raw material**. Journal of the Science of Food and Agriculture, v. 92, n. 4, p. 803–813, 3 out. 2011.

SVEDLUND, N. et al. **Fruits of their labour: biotransformation reactions of yeasts during brewery fermentation**. Applied Microbiology and Biotechnology, v. 106, n. 13-16, p. 4929–4944, 19 jul. 2022.

TAKOI, K. et al. **The Contribution of Geraniol Metabolism to the Citrus Flavour of Beer: Synergy of Geraniol and β -Citronellol Under Coexistence with Excess Linalool.** Journal of the Institute of Brewing, v. 116, n. 3, p. 251–260, 2010.

TSCHOPE, Egon Carlos. **MICROCERVEJARIAS E CERVEJARIAS.** Betim: Aden, 2001.

ZHANG, W. et al. **More efficient barley malting under catalyst: Thermostability improvement of a β -1,3-1,4-glucanase through surface charge engineering with higher activity.** Enzyme and Microbial Technology, v. 162, p. 110151, 1 jan. 2023.