**CINÉTICA ENZIMÁTICA NA MOSTURAÇÃO: UMA REVISÃO**

**Mailson Moreira Costa Silva1**; Leticia de Alencar Pereira Rodrigues2

1 Graduando em Engenharia Química; Iniciação científica – CNPq; mailson.silva@aln.senaicimatec.edu.br

2 Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador-BA; leticiap@fieb.org.br

**RESUMO**

O Brasil é um importante mercado de cerveja e esse setor se mostra promissor economicamente. Dado isso, as enzimas na cerveja têm um trabalho fundamental no caráter do mosto cervejeiro, além de servirem para dinamizar a produção. Sendo assim, esse trabalho faz uma reunião de informações da literatura para apontar uma discussão a respeito. Observando as análises de variáveis que afetaram o resultado final da cerveja e sua cinética. Nota-se que a temperatura é um principal influenciador na característica da cerveja, devendo ser bem ajustada de acordo com a concentração do malte e água em uma margem de pH ideal.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cerveja, Enzimas, Mosturação, Brasil

**1. INTRODUÇÃO**

 O Brasil é o terceiro maior fabricante mundial de cerveja, com 13,3 bilhões de litros produzidos. Como um todo, a indústria gerou R$ 77 bilhões em faturamento no último exercício fechado, equivalente a 2% do PIB e 14% da indústria de transformação nacionais. ¹ Isso demonstra que o mercado cervejeiro é importante socioeconomicamente, justificando investimentos para aprimoramentos técnico-científicos.

O artigo n. 36 do decreto n. 6871 de 4 de junho de 2009, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas, estabelece que cerveja é a bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro oriundo do malte de cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo. ²

A produção de cerveja é resumida em três partes: produção do mosto, fermentação e acabamento. A mosturação ou brassagem é a primeira etapa do processo, onde são definidos os açúcares e nutrientes que irão compor o perfil sensorial do produto. ³ Pode se destacar três tipos de enzimas na mosturação, as proteases, amilases e glucanases. A reação de hidrólise do amido é catalisada pelas amilases, e a atividade das mesmas definirá a proporção de açúcares fermentescíveis ou não fermentescíveis. E as glucanases são responsáveis pela viscosidade ao mosto, influenciando na filtrabilidade do mesmo.4

Vários fatores interferem na brassagem da cerveja, entre eles podem ser destacados o grau de acidez, concentração do meio, temperatura, tempo, qualidade do malte e a constituição do produto da moagem, uma vez que todo o processo enzimático depende desses fatores.5

É importante utilizar a diluição correta, uma vez que isso afetará na eficiência desse processo. Pois sua conversão de amido em açúcar poderá ser prejudicada. Além disso, a proporção água/malte é utilizada para calcular a densidade do mosto, que influencia no tipo de cerveja que se quer produzir.6

 Devido à importância desse assunto atualmente para o mercado cervejeiro, neste trabalho de revisão, serão abordados estudos relacionados ao comportamento de variáveis que influenciam o processo de mosturação do malte.

**2. METODOLOGIA**

 O processo dessa amostragem bibliográfica foi feito a partir de uma coleta de artigos referentes ao processo cervejeiro, sendo usados os dados de Portais Periódicos. Pesquisando assuntos do gênero: mosturação do malte e enzimas na produção cervejeira. Levando em conta as produções de datas mais recentes. Os dados da literatura serão utilizados para embasar o estudo para possibilidades do aprimoramento e otimização da mosturação através do controle enzimático.

**3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

**3.1. BREVE HISTÓRICO DA CERVEJA**

 No passado, a bebida possuía uma qualidade inferior devido ao não aprofundamento nos estudos sobre as matérias-primas.7 O aprimoramento se pautou no estudo das tecnologias de produção para melhorar o odor, aparência e sabor.8 Isso forçou a se aprender desse processo, fazendo o desenvolvimento de novos tipos de cervejas.

**3.2. ENZIMAS E MOSTURAÇÃO**

 As enzimas são polímeros, para todos os efeitos, também são proteínas. Eles são proteínas com uma função. São catalizadores que regulam a velocidade das reações químicas.9

 Na mostura, o malte triturado é colocado em água e submetido a um aquecimento gradual de 40 a 78 °C. Nessa etapa, permite a hidratação do grão e a ativação das enzimas que convertem o amido em açúcares fermentáveis e solúveis em água. Permitindo a quebra das proteínas que envolvem o amido para que, ocorra a ação da β-amilase e da α-amilase sobre o amido.10

 Conforme os dados coletados nas pesquisas, se formulou a Tabela 1 com bases na literatura para mostrado resultados de como as variáveis afetam a mosturação ou brassagem da cerveja:

**Tabela 1.** Estudo de sobre as variáveis que influenciam o processo de mosturação do malte cervejeiro.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Autor | Metodologia do Estudo | Resultados |
| TSCHOEKE (2018) | Experimentos nesse trabalho foram feitos adotando o planejamento fatorial 34 com ponto central. Variáveis escolhidas para o estudo foram: pH (5 a 6), temperatura (50 a 70°C), granulometria (1,19 mm a 4,00 mm) e diluição (70 a 80%). Para a elaboração do modelo cinético, acompanhou-se a evolução do Brix em função do tempo. Anotou-se o valor do Brix no intervalo de 10 minutos durante 1 hora representando um ciclo de brasagem.6  | A granulometria do grão apresentou o maior grau de significância para o processo. Quando avaliado a superfície de contato do grão com a mistura líquida. Embora o pH tenha se apresentando como variável não significativa neste estudo, o mesmo apresentou neste trabalho uma importância que deve ser levada em consideração, pois esta variável chegou perto do nível de significância6. |
| MORAES (2020) | Feitas fervuras em 3 amostras, para temperatura inicial da água (72,5; 77; 83ºC). Na mostura também tiveram temperaturas diferentes (70; 75 e 80ºC) controladas com termômetro digital. Com 90 minutos para todos os tratamentos. Ao final, o cesto interno foi desacoplado da panela e elevado para iniciar a filtração e a recirculação do mosto,11. | Os autores concluíram que é possível produzir cerveja com baixo teor alcoólico, alterando a temperatura de mosturação. O aumento da temperatura de mosturação alterou as características físico-químicas das cervejas, bem como seus atributos sensoriais11. |
| GOMES (2014) | Foi preparado maltes mudando a água de 4 a 5 L para 1 kg. Trabalhou-se com 90 g de malte em 360mL de água, e depois adicionado mais 270mL água para uma nova lavagem dos grãos. Também se usou 50 g de malte em 400mL de água, sem lavagem com água secundária. O pH foi mantido em uma margem de 5,2 até 5,5 e três rampas de temperatura para o trabalho das enzimas12. | β-amilase teve melhor atividade enzimática no período analisado e melhor eficiência com 90 g de malte, logo mais açúcar fermentescível, uma cerveja com aumento do teor alcoólico. Conforme aumentou o tempo de repouso em 63ºC houve um aumento no grau de fermentação e na produção de álcool, porém os resultados não seguem uma elevação linear proporcional ao tempo de repouso analisado12. |
| GARCIA (2019) | O estudo verificou a influência de diferentes modelos de brassagem numa cerveja *weiss* dando especial atenção à influência das enzimas α-amilase e β-amilase. Foram efetuadas onze brassagens e retiradas catorze amostras ao longo das brassagens. Determinaram-se vários parâmetros físico-químicos: pH, densidade, proteína total, turvação e atividade amilolítica bem como as concentrações de amido, açúcares e ácidos orgânicos (por HPLC). 13 | Observou-se através dos ensaios experimentais, que não existe uma grande variação nos parâmetros de pH (entre 5,8 e 5,6), densidade (entre 1,051 e 1,055), proteína total e turvação entre os diferentes modelos de brassagem. No entanto, houve variação no teor de açúcares, verificando-se que a brassagem com um patamar mais longo a temperaturas ótimas da α-amilase tem maior teor de maltose (4,3% (p/v)) não se observando variações na concentração de glucose 13. |

 A partir dos resultados apresentados na tabela 1, é possível verificar que a cinética enzimática é fortemente afetada por fatores como a moagem dos grãos6, mas não necessariamente pelo tempo de moagem13. Sendo beneficiado com o aumento da superfície de contato, o que ajuda a atividade enzimática.

 Também se nota que a temperatura da mosturação irá afetar o caráter sensorial e os atributos físico químicos11. Sendo também bastante influente a proporção do macerado (malte moído) em relação ao teor de água.12

 Ademais, o pH se mostra bastante determinante para a concentração final dos produtos e à aparência da cerveja, sendo prioritária a atenção nisso para melhor trabalho enzimático na produção do malte desejado.13 Vale ressaltar que, modelos de brassagem com foco nas enzimas α-amilase e β-amilase, avaliam as temperaturas ótimas como um dos focos para maior produção de açúcares fermentáveis, o que influencia diretamente o comportamento da etapa de fermentação.

**4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

 Com a pesquisa realizada, pode-se entender que a mosturação é uma parte fundamental no processo para que seja possível atingir o produto final conforme caraterísticas sensoriais esperadas. Visto que alterando-se o perfil de brassagem é possível alterar o perfil do mosto a fermentar.

 As mudanças de temperatura são determinantes na mosturação, estando diretamente relacionado às condições ótimas das enzimas. A concentração também deve estar bem balanceada com a quantidade de água do sistema, regulando para manter um pH ideal e estável que permita a atuação de todas as enzimas necessárias para a produção.

 Assim sendo, pesquisas envolvendo aprofundamento e otimização na produção de cerveja poderá ser um diferencial em um mercado cada dia mais rigoroso e competitivo, onde há constante procura por produtos com qualidade e preços acessíveis.

**5. REFERÊNCIAS**

¹SINDICERV. **O setor em números**. Disponível em: <https://sindicerv.com.br/o-setor-em-numeros>. Acesso em: 02 abr. 2021.

²BRASIL. Decreto n. 6.871, de 04 de junho de 2009. Regulamenta a Lei n. 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Disponível em: Acesso em: 02 abr. 2021.

³SPERB, J. G. C. **PRODUÇÃO DE EXTRATO CONCENTRADO DE MALTE DE CEVADA PARA USO EM CERVEJARIAS**. 2012. 114 f. Monografia (Trabalho de Graduação em Engenharia Química). Centro de Ciências Tecnológicas da Universidade Regional de Blumenal, Blumenal-SC, 2012.

4AQUARONE, E. 2013. **BIOTECNOLOGIA NA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS**. P. 91-144 in Biotecnologia Industrial. 2013.

5BOULTON, C. **Encyclopedia of Brewing.** United Kingdom: Wilwy-Blackwell. 707 p. 2013.

6TSCHOEKE, Isabelle Cristine Prohmann. 2018. 52 f. Tese (Doutorado) - Curso de Universidade Federal Rural de Pernambuco, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns, 2018.

7GARCIA, C.C. **Retórica e Cenário Microcervejeiro nas Regiões Sul e Sudeste.** Faculdade de Tecnologia de Araçatuba. Curso de Tecnologia em Biocombustíveis. Araçatuba, SP. 2012

8BETRAMELLI, M. **Cervejas, Brejas e Birras: um Guia Completo para Desmitificar a Bebida mais Popular do Mundo.** São Paulo: Leya, 2012.

9SAMMARTINO, Mark. **Enzymes in Brewing**. **Technical Quarterly**, [S.L.], v. 52, n. 3, p. 156-164. 2015. Scientific Societies. http://dx.doi.org/10.1094/tq-52-3-0818-01.

10COELHO NETO, Dorval M.; FERREIRA, Laysa L. P.; SAD, Cristina M. S.; BORGES, Warley S.; CASTRO, Eustáquio V. R.; FILGUEIRAS, Paulo R.; LACERDA JUNIOR, Valdemar. Chemical Concepts Involved in Beer Production: a review. **Revista Virtual de Química**, [S.L.], v. 12, n. 1, p. 120-147, 2020. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). http://dx.doi.org/10.21577/1984-6835.20200011.

11MORAES, Julio César Beraldo de. **Cerveja artesanal com teor alcoólico reduzido e alta concentração de carboidratos**. 2020. 74 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2020.

12GOMES, Fábio de Oliveira. **Beta-amilase**: atividade enzimática ao longo de diferentes períodos de repouso. 2014. 20 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementesciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Fábio de Oliveira Gomes, 2014.
13 GARCIA, B.S.J.C. **Estudo do efeito da brassagem no perfil do mosto de uma cerveja Weiss**. 2019. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2019.