



ESTUDO DA DENSIDADE DO MOSTO DE CERVEJA DURANTE A MOSTURAÇÃO UTILIZANDO MALTES DE CEVADA E TRIGO

ADRIANA M. L. C. COUTO^{1*}, LIBIA D. SANTOS¹, MARCOS S. GOMES¹, VICELMA L. CARDOSO¹

¹Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Mestrado em Engenharia de Alimentos
*e-mail: adriana.couto@ufu.br

RESUMO - A cerveja é uma bebida alcoólica obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro originado da mistura entre o malte de cevada e água potável, por ação de leveduras e adição de lúpulo. A mosturação, também chamada de brassagem, é o processo de adição do malte moído em água quente, visando a ativação de enzimas existentes no malte e a solubilização dos açúcares complexos dos grãos para conversão em açúcares fermentáveis. Essa conversão pode ser medida pelo incremento do teor de açúcares no mosto, utilizando mais comumente o densímetro ou o refratômetro. O presente estudo teve como objetivo avaliar o aumento da densidade do mosto em decorrência das rampas de temperatura, de mostos produzidos com maltes pilsen de cevada e de trigo, utilizando um refratômetro com escala SG (Densidade específica). Observou-se nos dois mostos o incremento da densidade principalmente a partir de 63 °C, quando a enzima β -amilase é ativada, e posteriormente a partir de 70 °C, temperatura ótima de temperatura da α -amilase. Observou-se um maior incremento na densidade do mosto obtido com malte pilsen, visto que o malte de trigo possui um poder diastático menor.

Palavras-Chave: brassagem, conversão, enzimas, açúcares, temperatura

INTRODUÇÃO

A indústria brasileira de bebidas é um expressivo setor da economia nacional, sendo muito importante para o país devido a uma série de atividades realizadas dentro de uma cadeia produtiva. Ela começa na importação ou na colheita de insumos provindos da agricultura, passa pelo processamento das matérias-primas e termina na distribuição do produto para os consumidores finais (DELIBERALLI, 2015).

A cerveja é produzida utilizando produtos naturais, contudo é uma bebida muito versátil, sendo adequada a uma grande variedade de ingredientes. Seu preparo não se baseia somente na mistura destes ingredientes, o processo envolve uma série de reações

químicas contendo muitas variáveis importantes como o tipo de malte utilizado, temperatura de mosturação, tipo de levedura utilizada, temperatura de fermentação, etc.

O objetivo da etapa de mosturação é tornar solúveis em água os compostos do malte, substâncias que na sua forma original são insolúveis (amidos e proteínas), através de reações enzimáticas e de rampas de temperatura específicas para atividade de cada enzima.

Entre 40 e 45°C ocorre a ativação enzimática. Nessa faixa também acontece o descanso ferúlico. Uma enzima chamada Feruloil Esterase (do inglês *Ferulic Acid esterase*) é ativada nesse intervalo de temperatura, liberando o ácido ferúlico

presente no malte, que posteriormente será convertido em 4-vinilguaiacol por leveduras que possuem uma variante de um gene denominado POF, ou *Phenolic off Flavour*. Entre 50 e 55 °C temos o repouso proteico. As endopeptidases atuam no interior da molécula de proteína, desdobrando-a em subprodutos de alto e médio peso molecular, ajudando na formação e estabilidade da espuma. Entre 60 e 75 °C as amilases atuam no amido presente, resultando na sacarificação do mosto. A 60–65°C, ocorre a conversão do amido pela β -amilase gerando maltose, e a 70-75°C a dextrinização pela α -amilase. Entre 76 e 78 °C ocorre a inativação das enzimas. É necessário inativá-las para que não continuem atuando durante a filtração, afetando no corpo da cerveja final (POZEN, 2015).

Segundo a legislação brasileira (BRASIL, 2020) “Cerveja é a bebida resultante da fermentação, a partir da levedura cervejeira, do mosto de cevada malteada ou extrato de malte, submetido previamente a um processo de cocção adicionado de lúpulo ou extrato de lúpulo, hipótese em que uma parte do malte da cevada malteada ou do extrato de malte poderá ser substituída parcialmente por adjunto cervejeiro”. O malte de cevada é o componente em maior proporção na maioria das cervejas, mas o malte de trigo é também bastante utilizado na produção de cervejas.

Com isso, esse trabalho teve como objetivo comparar o incremento dos açúcares a partir da análise da densidade de dois mostos preparados com 100% de malte de cevada e 50% malte de cevada e 50% de malte trigo, e assim comparar o poder diastático dos dois.

Material e Métodos

Produção dos mostos: Os maltes de cevada e trigo foram obtidos na WE consultoria sediada em BH. O malte de cevada utilizado foi Pilsen o da BWS, de 2 fileiras, com EBC (colocar o nome das siglas) entre 4,6 e 6,4. Secado em temperatura entre 80°C a 85°C. Possui um sabor intenso e adocicado, além de conter bom conteúdo enzimático e suficiente para ser utilizado como malte base. Bem modificado, pode ser usado em infusões

de temperaturas únicas. O malte de trigo utilizado foi o da Castle Malting, fabricante belga, seco a temperatura entre 80°C e 85°C. É essencial nas cervejas de trigo, podendo ser utilizado na proporção de até 50% da mistura. Possui proteínas de cadeias longas e médias, que proporcionam à cerveja uma sensação de corpo e aprimora a estabilidade da espuma da cerveja.

Para o preparo dos mostos foi utilizada uma panela automática tipo single vessel com capacidade para produzir 30 litros de mosto cervejeiro, e o processo foi feito na cervejaria Aggregare de Uberlândia. Os maltes foram moídos em moinho de 3 rolos, verificando-se a integridade das cascas e ao tamanho dos fragmentos do endosperma.

Foi adicionado 27 litros de água mineral para os Tratamentos 1 (100% Malte Pilsen) e 2 (50% Malte de cevada e 50% malte de trigo) na panela. Posteriormente, foi adicionado 6 quilos de malte moído quando a água atingiu a temperatura de 43°C e manteve-se sob leve agitação, em temperaturas controladas. As temperaturas da brassagem foram estabelecidas de acordo com trabalhos já realizados em outros estudos (WANNENMACHER; GASTL; BECKER, 2018). Foram utilizadas as seguintes rampas de temperatura: 15 minutos 43°C, 15 minutos 53°C, 30 minutos 63°C, 30 minutos 71°C e 10 minutos a 78°C. O teste para verificar a degradação completa dos carboidratos foi o teste do Iodo, pingando solução de Iodo 0,2N em uma amostra do mosto, no qual ausência da coloração roxa/azul indicou o final da conversão.

Ao final da mosturação, para extrair o açúcar remanescente nos sólidos da mistura, foi adicionado 14 L de água aquecida previamente até 78°C. Em seguida, abriu-se a válvula do recipiente com fundo falso, permitindo somente a passagem do líquido.

Avaliação da densidade: Para as medidas de densidade dos mostos utilizou-se um refratômetro com escala dupla (Brix e Gravidade específica) da marca Conteck. Este aparelho mede a refração da luz que atravessa uma solução. Quanto mais densa a solução, menos luz passa e maior é a refração. Assim como densímetros, os refratômetros manuais também são calibrados a partir de soluções de

sacarose a determinada temperatura (usualmente 20°C). A escala de refração está em percentagem de extrato, grau Brix (°Bx). Onde 1° Brix corresponde a 1% (g/g) de sacarose em água (CALDAS et al., 2015). Entretanto, o mosto e a cerveja não são compostos apenas de sacarose, mas de diversos açúcares que têm índices de refração diferentes da sacarose. É usual aos cervejeiros utilizarem a escala em grau Plato (°P), que abrange a percentagem de sólidos dissolvidos em água, mas existem equipamentos atuais que permitem a visualização da densidade em °Brix, °P, e em g/cm³.

Verificar a gravidade específica com um refratômetro manual tem seus benefícios. O teste é feito com apenas poucas gotas de amostras, o que impede “perdas de volume de mosto” e também permite que análise seja feita em poucos segundos. Não precisando esperar muito tempo para que a amostra chegue na temperatura de calibração. Sendo assim, bem mais prático que o densímetro para avaliar a gravidade específica durante todo o processo de brassagem, inclusive na fervura. Para a leitura, segurou-se o refratômetro na posição horizontal, abriu-se a placa de luz do refratômetro e colocou-se duas gotas do mosto no prisma. Fechou-se e pressionou-se a placa de luz do prisma para espalhar o mosto uniformemente. Apontou-se o refratômetro em direção a uma fonte de luz e olhe na ocular. A linha criada pela luz passando pelo líquido e pelo prisma é delimitada como uma cor azul no topo da vista circular e uma cor branca na parte inferior da vista. Ela indicou a leitura da densidade em g/cm³.

Resultados e discussão

Durante a mosturação, a hidrólise enzimática degrada o polissacarídeo do amido presente nos grãos de malte, produzindo carboidratos fermentáveis, incluindo glicose, frutose, sacarose, maltose e maltotriose. As atividades das enzimas necessárias para produzir esses compostos são altamente dependentes da temperatura. São as rampas de temperatura que solubilizam os carboidratos e ativam as enzimas com o intuito de quebrar as macromoléculas (DE ALMEIDA et al., 2018).

Como mostra a Figura 01, houve um incremento da densidade dos mostos dos Tratamentos 1 (100% malte Pilsen) e 2 (50% malte de cevada e 50% malte de trigo) com o aumento da temperatura.

Verificou-se a presença de açúcares já após a arriada (instante em que se adiciona o malte moído à água na panela). Esses açúcares

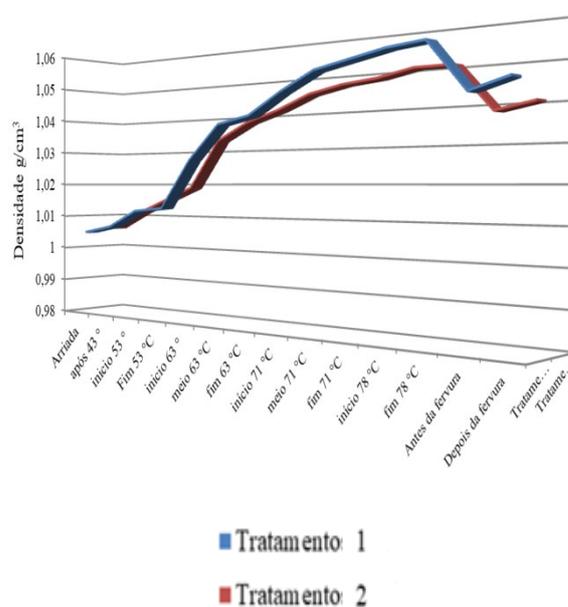


Figura 1: Densidade dos mostos após as rampas de temperatura de mosturação dos Tratamentos 1 e 2

são provenientes das matérias-primas, visto que durante o processo de malteação, ocorre a síntese de algumas enzimas, a quebra da parede do endosperma e da matriz proteica, permitindo o acesso aos grânulos de amido. Dessa forma, já ocorre a formação de alguns açúcares durante a fase da germinação, permitindo a percepção da presença dos mesmos já no início do processo de mostura, mesmo antes das enzimas amilolíticas atuarem.

Durante a malteação dos cereais, a enzima β -amilase é ativada, enquanto a enzima α -amilase é formada. Devido à disponibilidade de substratos presentes no grão, açúcares e dextrinas são geradas. Isso explica a densidade encontrada já no momento em que adicionamos os maltes na água (arriada). Porém, a presença da enzima maltase no malte

também pode fazer com que haja a degradação de maltose em glicose em temperaturas próximas a 30 °C, o que pode justificar a presença de açúcares mostrada pela densidade entre a arriada e após a rampa de 43 °C.

Após a rampa de 43°C já se observou um incremento na formação de açúcares. Isso pode ser explicado pelo fato de que nesta temperatura, há a ativação da α -glicosidase, que quebra o amido em maltose e dextrina, entre outros açúcares (HALL, 1991).

Após a rampa de 53 °C observou-se o maior incremento da densidade durante todo o processo de mostura. Essa temperatura é próxima à temperatura limite ótima da enzima dextrinase, enzima desramificadora que ataca as ligações α (1,6) da amilopectina, favorecendo estericamente a ação da β -amilase. A β -amilase produz maltose a partir de extremidades não redutoras das dextrinas, apesar de possuir atividade ótima entre 60 e 65 °C, já possui atividade em temperaturas próximas a 55 °C (POZEN, 2015). Sua ação continuou durante a rampa de 63 °C. A enzima é degradada rapidamente em temperaturas acima de 70 °C.

Apesar da α -amilase trabalhar em temperaturas ótimas de 70 a 72 °C (POZEN, 2015), sua ação se inicia a partir de 65 °C, o que justifica as densidades estabilizarem ao atingir a rampa de 71 °C.

A queda da densidade na etapa antes da fervura se deve ao enxágue feito com água a 76 °C durante o sparge, o que gera a diluição do mosto. Após a fervura os níveis de açúcares voltam a aumentar visto que houve a evaporação da água e concentração do mosto.

Comparando os 2 tratamentos observou-se um comportamento da densidade próximo aos tratamentos analisado, mas um maior aumento da densidade no mosto produzido somente com malte pilsen, isso se deve ao fato do malte pilsen possuir um potencial diastático maior que o malte de trigo.

Conclusões

Observou-se um aumento da densidade dos mostos desde o momento em que se adicionou os maltes à água até o momento em que se realizou a inativação enzimática, em 78 °C. Isso é explicado pelo fato de ter submetidos esses maltes à temperaturas específicas de

ativação das enzimas presentes nos maltes para que ocorresse a sacarificação dos carboidratos presentes. Houve uma diminuição na densidade após a lavagem dos mostos, visto que houve uma diluição dos mesmos. Após a fervura essas densidades voltaram a subir pela evaporação da água, porém, durante todo o processo notou-se a densidade do tratamento 2 ligeiramente mais baixa que a densidade do tratamento 1. Isso pode ser explicado pelo fato do malte de cevada ter poder diastático maior que o malte de trigo.

REFERÊNCIAS

- CALDAS, B. S.; CONSTANTINO, L. V.; SILVA, C. H. G. A.; MADEIRA, T. B.; NIXDORF, S. L. (2015), Determinação de açúcares em suco concentrado e néctar de uva: comparativo empregando refratometria, espectrofotometria e cromatografia líquida. **Scientia Chromatographica**, v. 7, n. 1, p. 53–63.
- DE ALMEIDA, F. S.; DE ANDRADE SILVA, C. A.; LIMA, S. M.; SUAREZ, Y. R.; DA CUNHA ANDRADE, L. H. (2018), Use of Fourier transform infrared spectroscopy to monitor sugars in the beer mashing process. **Food Chemistry**, v. 263, p. 112–118.
- DELIBERALLI, C. C. (2015), Cervejas Artesanais No Brasil: Análise Da Comunicação Integrada De Marketing Da Cervejaria Bodebrown. p. 129.
- HALL, L. (1991), The effects of mashing temperature and mash thickness on wort carbohydrate. v. 97, p. 85–92.
- POZEN, M. A. (2015), Enzymes in Brewing. **Industrial and Engineering Chemistry**. v. 52, n. 3, p. 156–164,
- WANNENMACHER, J.; GASTL, M.; BECKER, T. (2018), Phenolic Substances in Beer: Structural Diversity, Reactive Potential and Relevance for Brewing Process and Beer Quality. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 17, n. 4, p. 953–988.