



Aplicação da fermentação mista na produção de cervejas artesanais

Application of mixed fermentation in the production of Craft beers

Página | 783

Amanda da Silva Santos⁽¹⁾; Amanda Cavalcante de Jesus⁽²⁾;
Álvaro Pessoa Quintiliano Silva⁽³⁾; Dayana de Gusmão Coelho⁽⁴⁾

⁽¹⁾ ORCID n° <https://orcid.org/0000-0001-9992-1077>, Estudante; Universidade Federal de Alagoas - UFAL; Maceió, Alagoas; Brasil. amandassamanda70@gmail.com;

⁽²⁾ ORCID n° <https://orcid.org/0000-0003-0852-8865>, Estudante; Universidade Federal de Alagoas - UFAL; Maceió, Alagoas; Brasil. amandacavalcantej@gmail.com;

⁽³⁾ ORCID n° <https://orcid.org/0000-0003-1970-8116>, Estudante; Universidade Federal de Alagoas - UFAL; Maceió, Alagoas; Brasil. alvaro.pessoa@gmail.com;

⁽⁴⁾ ORCID n° <https://orcid.org/0000-0002-5170-3449>, Professora; Universidade Federal de Alagoas - UFAL; Maceió, Alagoas; Brasil. dayana.coelho@ctec.ufal.br;

Todo o conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos seus autores.

Recebido em: 10 de novembro de 2020; Aceito em: 14 de dezembro de 2020; publicado em 31 de janeiro de 2021. Copyright© Autor, 2021.

RESUMO: A cerveja artesanal é um produto cultural, sendo descoberto pelos povos mais antigos que transformaram sua preparação em algo tradicional. Em âmbito nacional e internacional, tem se tornado uma mercadoria de grande interesse comercial devido a sua diversidade de sabor e aparência. Atualmente, as cervejas artesanais também são produzidas em culturas mistas, fazendo uso de leveduras e bactérias. Nesse sentido, o referente trabalho tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica, expor e discutir as etapas de produção da cerveja artesanal de fermentação mista, bem como indicar as análises de controle de qualidade empregadas após sua produção. Assim, por meio de referenciais teóricos e pesquisas realizadas anteriormente, detalhou-se paralelamente o processo de produção das cervejas artesanais em culturas mistas e não mistas. Por sua vez, observou-se que as cervejas artesanais mistas apresentam características únicas, bom potencial de produção e comercialização em detrimento das cervejas artesanais tradicionais, apesar de necessitarem de maiores cuidados.

PALAVRAS-CHAVE: Bioproduto, Microrganismos, Controle de qualidade.

ABSTRACT: Craft beer is a cultural product, being discovered by the oldest people who transformed its preparation into something traditional. Nationally and internationally, it has become a commodity of great commercial interest due to its diversity of flavor and appearance. Currently, craft beers are also produced in mixed cultures, using yeast and bacteria. In this sense, this work aims to carry out a bibliographic review, expose and discuss the stages of production of artisanal mixed fermentation beer, as well as indicate the quality control analyzes used after its production. Thus, through theoretical references and research carried out previously, the production process of craft beers in mixed and non-mixed cultures was detailed in parallel. In turn, it was observed that mixed craft beers have unique characteristics, good production and commercialization potential to the detriment of traditional craft beers, although they need more care.

KEYWORDS: Bioproduct, Microorganisms, Quality Control.

INTRODUÇÃO

A geração de bioprodutos formados através do emprego do processo de fermentação é antiga. Há cerca de 10 mil anos o homem descobriu acidentalmente a fermentação e começou a empregar esse conhecimento na produção de bebidas alcóolicas, que rapidamente se difundiu. O início da produção da cerveja se deu pelos padeiros que aplicavam o fermento, grãos e cereais para fabricar pães e, desde então, a natureza desses ingredientes utilizados influenciou na criação da cerveja. De forma geral, a produção da bebida era realizada ao deixar a cevada de molho até germinar, e, em seguida ela era moída e moldada em formato de bolos, onde seriam adicionadas as leveduras. Esses bolos eram parcialmente assados e, logo após, eram esfarelados e colocados em jarras contendo água para que pudessem fermentar (BREJAS, 2019).

De acordo com os registros de, aproximadamente, 6 mil anos, as primeiras cervejarias surgiram na região da Mesopotâmia com os povos Sumérios. A cerveja se remetia a uma bebida fermentada, obtida a partir de cereais. A produção de cerveja se tornou um processo tradicional, já que os egípcios dominaram a arte da produção e carregaram essa técnica por muitos anos, adicionando essa bebida à sua alimentação diária (BREJAS, 2019). Atualmente, no Brasil, a fabricação de cerveja artesanal tem papel importante na economia do país. Essa produção se dá em diferentes municípios do território brasileiro, contribuindo para cerca de 1% no PIB do país. Há duas principais frentes de produção de cerveja no Brasil: as empresas que visam grandes mercados, com produção em larga escala e vendas em grandes volumes e as empresas que visam produções menores, com o objetivo de atingir um mercado específico para a comercialização do seu produto (MATOS, 2011).

Quando comercializada em larga escala, por grandes empresas, as cervejas tendem a ter um valor mais baixo devido à baixa margem de lucro (que se torna viável pelo grande volume) e tem sua qualidade mais associada ao controle de qualidade do que à qualidade dos ingredientes empregados. Já as pequenas empresas que comercializam cervejas cuja produção é artesanal, em menor quantidade e, em sua maioria, possuem valor agregado mais elevado. O emprego de diferentes ingredientes para agregar sabor específico, a maior variedade e a alta qualidade sensorial são fatores que diferenciam este tipo de cerveja, elevando seu patamar em relação às cervejas vendidas em larga escala (MATOS, 2011).

Por ser um produto altamente consumido e produzido, seja em larga escala ou individualmente por algumas pessoas, a cerveja artesanal tem ganhado cada vez mais espaço no mercado. Apesar de haver conteúdos disponíveis na internet acerca do tema, o que torna a fabricação mais facilitada, aspectos importantes de controle de qualidade e noções de boas práticas de produção para produtos alimentícios são essenciais, além do conhecimento técnico para certificação da qualidade final dessa mercadoria. O referente trabalho tem como principal objetivo apresentar uma visão geral sobre os aspectos relacionados à produção de cerveja artesanal aplicando a fermentação mista. Além disso, cada etapa do processo foi discutida isoladamente, abordando desde a escolha da matéria-prima até o engarrafamento da bebida. Em paralelo foi feita uma relação entre a fermentação mista e a comum, a fim de pontuar essas diferenças. Ademais, o trabalho também teve como propósito alinhar o controle de qualidade à produção baseando-se sempre nas normas de boas práticas internacionais.

REFERENCIAL TEÓRICO

O presente trabalho expõe um compilado de diferentes artigos abordando os tópicos mais relevantes acerca do processo de produção de cerveja artesanal do tipo fermentação mista. Os principais materiais escolhidos para serem detalhados foi o de Aneta Ciosek, Iga Rusiecka e Aleksander Poreda, publicado em 2019 na Universidade de Agricultura de Cracóvia, além do Trabalho de Conclusão de Curso de Artur de Sousa Ferreira e de Cleiton Luis Benka, realizado na UTFPR em 2014, e, por fim, a pesquisa de Doutor Matt Miller, publicada em 2016.

O processo de produção de cervejas artesanais é composto por várias etapas, e, dentre elas, tem-se a fermentativa. A fermentação mista consiste na combinação de diferentes microrganismos para a produção da cerveja, e esses organismos vivos podem ser não convencionais ou, como normalmente ocorre, com os fungos e bactérias convencionais que são: *Saccharomyces* (levedura de cerveja), *Brettanomyces* (levedura selvagem), *Lactobacillus* (bactéria do ácido láctico) e *Pediococcus* (bactéria do ácido láctico). O sabor associado da cerveja varia de acordo com a combinação do microrganismo empregado, podendo ser azedo quando há presença de ácido acético e a fermentação primária normalmente ocorre pelas leveduras *Saccharomyces* e/ou

Brettanomyces (CARVALHO, 2011). Por ser um produto altamente consumido e produzido, seja em larga escala ou individualmente, a cerveja artesanal tem ganhado cada vez mais espaço no mercado. Nesse sentido, os aspectos essenciais são as noções de boas práticas de produção para produtos alimentícios, além do conhecimento técnico para certificação da qualidade final dessa mercadoria.

PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

O desenvolvimento da pesquisa se deu através da revisão bibliográfica de artigos, dissertações e teses sobre a produção de cervejas artesanais aplicando o processo de fermentação do tipo mista. Essa análise foi feita por meio dos materiais publicados em diversas plataformas como Periódicos Capes e outras plataformas de impacto internacional. Os resultados foram divididos em etapas, sendo apresentado primeiro o processo de produção de cerveja artesanal com fermentação mista fazendo uma comparação paralela com a fermentação comum, seguido das análises físico-químicas e as análises sensoriais associadas. Ademais, baseando-se em características próprias desse tipo de fermentação, foi abordado todo o processo de produção da cerveja artesanal assim como as análises de controle de qualidade associadas a cada etapa, evidenciando as principais variáveis a serem estudadas e controladas para garantir qualidade ao produto final.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Etapas de produção

O processo de produção da cerveja artesanal pode ser resumido em dez etapas, ilustradas na Figura 1.

Figura 1. Fluxograma das etapas gerais da produção de cerveja artesanal.



Fonte: AUTORES, 2020.

A partir da Figura 1 é possível observar todas as etapas envolvidas durante o processo de produção da cerveja artesanal, sendo este comum tanto à fermentação mista e a comum.

Malteação

O malte é uma substância com alto teor de amido e pode ser obtido por meio dos grãos da cevada escolhida. A cevada é o cereal mais utilizado na indústria cervejeira devido a sua alta capacidade de maltagem, além de conter enzimas que auxiliam na preparação do mosto. De acordo com a Embrapa (2012), cerca de 75% da cevada produzida no Brasil é destinada para fabricação do malte, sendo que 95% deste malte é direcionado para fins cervejeiros.

Para a realização eficaz da malteação, os grãos da cevada devem estar sob condições favoráveis de germinação, com o controle da temperatura, aeração e umidade. O processo de obtenção do malte está relacionado com a qualidade da cerveja, afetando, dessa forma, as características sensoriais desta (DRAGONE; SILVA, 2010). O processo de germinação controlada da cevada está relacionado com a umidificação, a germinação em si e a secagem. Com isso, será possível realizar o amolecimento dos grãos, facilitando a moagem, bem como desenvolver as enzimas responsáveis pela quebra de amido e fornecer cor e aromas desejáveis à cerveja (LIMA; FILHO, 2011).

Mosturação

Para a preparação do mosto, deve-se levar em consideração o tipo e composição da cerveja que é desejada. Assim, é na mosturação que haverá a aplicação da quantidade de componentes que é almejada obter no produto, a exemplo da quantidade de açúcares, substâncias proteicas, consistência na espuma, dentre outras especificações (DRAGONE; SILVA, 2010). A metodologia desse processo costuma ser realizada de forma semelhante para os variados tipos de cerveja.

No trabalho publicado por Aneta Ciosek, Iga Rusiecka e Aleksander Poreda, realizado na Universidade de Agricultura da Cracóvia em 2019, o que foi utilizado era um mosto doce (17% de extrato), obtido na cervejaria no sul da Polônia. O mosto foi, por sua vez, diluído em água, esterilizado e, por fim, filtrado em algodão para uso posterior (CIOSEK *et al.*, 2019).

Clarificação

É um procedimento que consiste na alteração da coloração da cerveja artesanal, deixando-a com aspecto cristalino e límpido (MAGÁ, 2018). É válido ressaltar que a cor da cerveja pode ser considerada como uma das primeiras impressões do consumidor, tornando essa etapa muito relevante no processo de produção.

Esse processamento pode ser realizado em tinas, tanques ou em cubas de clarificação, que são constituídas de uma peneira que impedirá a passagem de partículas da casca do malte. Após a mosturação, o mosto pode ser transferido para a tina de clarificação, onde é colocado água quente até a saída do cano que transposta o mosto na tina, diminuindo, assim, o contato do mosto com o ar oxigênio, fator que pode interferir na qualidade do produto final (TEIXEIRA, 2017).

Filtração

Nessa etapa, o mosto é filtrado para a retirada de todos os componentes insolúveis e suspensos na mistura. A duração desse processo pode variar, chegando a

atingir até um período de até 3 horas. Na pesquisa desenvolvida na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) em 2014 por Artur de Souza Ferreira e Cleiton Luis Benka, houve a filtração do mosto com a adição de 12 litros de água à 80 °C, podendo obter uma mistura límpida e livre de sólidos suspensos (FERREIRA; BENKA, 2014).

Fervura e Resfriamento

Na etapa de fervura, o lúpulo é adicionado. O extrato de lúpulo favorece a formação de espumas na cerveja artesanal, auxilia no sabor e amargor, além de atuar impedindo o desenvolvimento de microrganismos. Na indústria da cerveja, utiliza-se, normalmente, uma quantidade pequena de lúpulo, geralmente de 40 a 300 g para cada 100 L de cerveja produzida (LIMA; FILHO, 2011). Para a produção de bebidas alcoólicas utilizando fermentação mista com bactérias, o IBU (*International Bitterness Units*), que está relacionado com a intensidade do amargor, deve ser baixo, já que o lúpulo apresenta propriedades bacteriostáticas. Já para a produção da cerveja artesanal comum, a adição do lúpulo recebe destaque, e a quantidade de lúpulo que será adicionado vai depender do amargor e aroma que se deseja atingir na cerveja. No trabalho realizado por Artur e Cleiton em 2014, utilizou-se 5 g de lúpulo Magnum aos 15 minutos da fervura, e, em seguida, o lúpulo de aroma e sabor do tipo Mittelfruh (FERREIRA; BENKA, 2014).

Após a etapa de fervura, é necessário realizar o resfriamento do mosto por meio de trocadores de calor. Durante essa etapa, é necessário ter cautela com a exposição da mistura, visto que, por estar em temperaturas mais baixas, a concentração de açúcares é alta, tornando-se um bom meio de cultura para as leveduras (TEIXEIRA, 2017). A duração da etapa de resfriamento pode variar devido ao tipo de cerveja que se deseja obter. Na pesquisa realizada por Nicholas Bokulich e Charles Bamforth em 2013 na Universidade de Califórnia, utilizando cervejas com fermentação mista, os autores afirmam que o resfriamento desse tipo de cerveja pode durar uma noite inteira em recipientes rasos e abertos (BOKULICH; BAMFORTH., 2013). Para fermentações que não ocorrem em culturas mistas, como a do trabalho de Artur e Cleiton na UTFPR em

2014, o resfriamento ocorreu em trocadores de calor e, em seguida, o mosto foi colocado em galões à 12,5 °C por um período de 10 dias (FERREIRA; BENKA, 2014).

Inoculação

A etapa da inoculação do fermento consiste na adição dos microrganismos que irão consumir os açúcares, gerando álcool e gás carbônico, completando assim a etapa de fermentação (MAGÁ, 2018). Essa adição deve ser feita de forma controlada tanto para a fermentação mista quanto para a comum, visto que a inoculação de um número insuficiente de microrganismos pode ocasionar a produção de substâncias indesejáveis para a cerveja, como o diacetil e acetaldeído (MAGÁ, 2018). Na pesquisa realizada por Artur e Cleiton em 2014, a inoculação foi realizada para a contagem de *Staphylococcus aureus* (FERREIRA; BENKA, 2014), enquanto que na pesquisa de Aneta, Iga e Aleksander em 2019 na Universidade de Agricultura da Cracóvia, a contagem foi voltada a bactérias do tipo *Lactobacillus brevis*, com a adição de 5 mL da cultura bacteriana (CIOSEK *et al.*, 2019). Para a fermentação comum, normalmente utiliza-se a levedura do tipo *Saccharomyces cerevisiae* (SILVA *et al.*, 2009).

Fermentação

A fermentação é uma das etapas mais importantes para a fabricação de bebidas alcoólicas, sendo essa, no caso das cervejas artesanais, a fermentação alcoólica. Nesse processo há a conversão de açúcar, pela ação de leveduras, tendo por objetivo principal a produção de etanol (DRAGONE; SILVA, 2010).

Para fermentação mista ou selvagem na produção, tem-se que vários tipos de leveduras e bactérias trabalham em conjunto para consumir o açúcar e o converter em álcool e em outros subprodutos. Esse tipo de fermentação também pode ocorrer de duas formas: controlada ou ao ar livre. Assim, no modo controlado, os tipos e quantidades de leveduras e bactérias são selecionadas, enquanto no processo ao ar livre, não há esse controle, deixando os microrganismos agirem com os tanques parcialmente abertos (JÚNIOR, 2015).

A combinação básica de componentes que devem ser adicionados para a fermentação mista envolve a adição de leveduras e bactérias, podendo essa última ser adicionada ou não. Em relação às leveduras, além da *Saccharomyces*, que é a mais utilizada, as do tipo *Brettanomyces* também são comumente empregadas nesse tipo de fermentação. Quanto às bactérias, as que são utilizadas são as ácidas lácticas do tipo *Lactobacillus Pediococcus* ou *Acetobacter* (JÚNIOR, 2015).

Além disso, o modo que o microrganismo vai ser adicionado também varia: é possível adicionar os microrganismos de forma concomitante ou sequencial, ou seja, fazendo com que o mosto seja fermentado por vários microrganismos ao mesmo tempo ou realizar fermentações sequenciais. Ambas as formas apresentam impacto sensorial considerável no produto final, gerando resultados diferenciados.

Após a inoculação e início da fermentação em cervejas artesanais mistas, é comum que o tempo de preparo da bebida possa levar meses ou até mesmo anos, para que os microrganismos inoculados, naturalmente ou não, possam produzir compostos complexos. Entretanto, há cervejas com fermentações mistas que são preparadas em tempo hábil, a exemplo da Catharina Sour, cerveja naturalmente brasileira. Após a inoculação de *Lactobacillus sp.*, espera-se 3 dias para inocular *Saccharomyces*, e mais 15 dias para a fermentação e maturação desta. Assim, a cerveja do Brasil é entregue ao mercado após cerca de 30 dias, tempo médio da maioria das cervejas artesanais produzidas atualmente (MILLER, 2016). Na pesquisa realizada por Aneta, Iga e Aleksander, na Cracóvia, no ano de 2019 para fermentação com culturas mistas, utilizou-se três tipos de metodologias: (i) a soma de bactérias seguida da adição de leveduras, (ii) a inoculação de levedura seguida da inserção da bactéria, e, por fim, (iii) a adição simultânea de levedura e bactéria, sendo que o tempo médio das fermentações foi em 7 dias, à temperatura de 20 °C (CIOSEK *et al.*, 2019).

Em cervejas artesanais que não fazem uso da fermentação mista e sim de leveduras famosas como as do tipo *Saccharomyces*, a fermentação ocorre em duas etapas: primária e secundária. A fase primária é onde os açúcares são fermentados pela levedura, o oxigênio se esgota e o açúcar catabolizado é convertido em gás carbônico e álcool. Já na fase secundária, a maior parte das leveduras consumiu os recursos disponíveis e, então, passam a aproveitar os subprodutos e produtos formados pelo seu processo metabólico. Dessa forma, é primordial que os testes de qualidade e sensoriais sejam realizados para verificar o êxito na etapa fermentativa (LARA, 2018).

No trabalho desenvolvido por Artur e Cleiton em 2014, utilizando a fermentação comum para a cerveja artesanal, a levedura *Saccharomyces carlsbergensis* foi adicionada por 10 e 12 dias e mantida em temperaturas controladas à 12,5 °C, o que proporcionou um resultado satisfatório (FERREIRA; BENKA, 2014).

Maturação

Após o processo de fermentação, é recomendado que a cerveja seja armazenada em baixas temperaturas por determinado período, realizando, assim, a maturação. Nesse tempo, uma fermentação lenta vai ocorrer, clarificando o produto devido à precipitação de leveduras e proteínas (LARA, 2012).

Na pesquisa realizada por Artur e Cleiton na UTFPR em 2014, galões foram acondicionados em ambiente com temperatura controlada de 12,5 °C para a realização do processo de maturação, ocorrendo através da fermentação. Utilizou-se 10 e 12 dias para a maturação de diferentes tipos de cerveja (FERREIRA; BENKA, 2014). Por outro lado, para fermentações em culturas mistas, no trabalho de Aneta, Iga e Aleksander de 2019, utilizou-se o tempo médio de maturação de 7 dias à 20 °C, sendo que o tempo médio de acréscimo dos microrganismos para (i) inoculação de bactérias seguida de leveduras, (ii) a adição de levedura seguida de bactérias, e, por fim, (iii) o acréscimo simultâneo de levedura e bactéria foi de, respectivamente, 24, 48 e 72 horas (CIOSEK *et al.*, 2019).

Envase

A etapa final e o engarrafamento da cerveja, conhecida como envase, está relacionada com o preparo do produto para o consumo (LARA, 2012). Para as cervejas que utilizam fermentação mista, há a opção de realizar o aquecimento da bebida ou não, enquanto que no envase de cervejas artesanais que não fazem uso da fermentação mista, o envase pode ser realizada com a adição de uma solução com açúcar ou com a carbonatação de CO₂ por contra-pressão (MAGÁ, 2018).

Para as cervejas que utilizaram a levedura do tipo *Brettanomyces*, há a possibilidade de não aquecer tornando possível que a *Bretta* continue agindo na cerveja, tornando-a cada vez mais complexa na garrafa, mesmo depois de envasada. No caso das cervejas ácidas, é recomendado que se faça o aquecimento, para que não seja produzido substâncias ácidas além do tolerável (MILLER, 2016).

Além da possibilidade de aquecer ou não, há também a possibilidade da adição de mais produtos na cerveja durante o envase. Na pesquisa realizada por Artur e Cleiton na UTFPR para cervejas artesanais comuns, houve a adição de suco de limão com sacarose e, depois, as cervejas foram deixadas em repouso por 7 dias (FERREIRA; BENKA, 2014).

Em termos lucrativos, tem-se que as cervejas produzidas com fermentação mista não chegam a competir com as de fermentação comum produzidas em larga escala. Entretanto, o valor gerado está no diferencial apresentado por este tipo de produto, a exclusividade que uma cervejaria consegue ter devido à produção desta cerveja específica, visto que é exigido particularidades e cuidados especiais, além de que o processo realizado por ela possui difícil reprodutibilidade em outro ambiente.

Análises físico-químicas

Após a produção da cerveja artesanal, é imprescindível empregar métodos analíticos para o controle da qualidade do produto, a fim de enquadrá-lo nos padrões pré-estabelecidos de segurança alimentar. Alguns dos métodos mais utilizados para a cerveja artesanal são: acidez total, pH, densidade, temperatura e cor.

Acidez total

A acidez total pode ser calculada por meio da titulação, ao se retirar uma amostra de cerveja e utilizar hidróxido de sódio como titulante e fenolftaleína como indicador (FERREIRA; BENKA, 2014). Essa análise permite determinar a concentração dos ácidos, que usualmente são o lático e acético, presentes na cerveja. De acordo com Matt Miller (2016), em fermentações mistas ou ácidas, a acidez pode se apresentar de diferentes formas, expressas na Tabela 1.

Tabela 1. situações que podem ocorrer em relação à acidez da cerveja e sua respectiva explicação ou possível solução.

Situação	Explicação ou possível solução
Fermentação <i>Lactobacillus</i> com acidez perfeita	Nenhuma adição é requerida, deve-se apenas ferver o mosto para matar as bactérias ácidas.
Mosto tornou-se ácido (pH < 3)	Deve-se misturar o mosto fresco com outra cerveja fermentada para permitir que as <i>Brettanomyces</i> continuem a fermentar.
Cerveja não desenvolveu acidez desejada	Deve-se adicionar uma cultura fresca de <i>Pediococcus</i> e, potencialmente, algumas fontes de açúcar adicionais.
Cerveja tornou-se muito ácida	São conhecidas como cervejas ácidas, e podem auxiliar ajustando a acidez de outras cervejas

Fonte: MILLER, 2016.

Por outro lado, para cervejas artesanais que não fazem uso de fermentação mista, como a realizada por Artur e Cleiton em 2014, o cálculo e controle do índice de acidez foi realizado com 10 mL de amostra de cerveja, adicionando 0,5 mL de fenolftaleína e hidróxido de sódio padronizado, até a coloração rósea ser atingida (pH 8,2-8,4). Em seguida, notou-se em suas amostras de cerveja que a acidez total variou entre 28,97 e 41,52, apresentando desvio entre as mesmas, e considerando, também, as enzimas de germinações empregadas no processo (FERREIRA; BENKA, 2014).

pH

O pH é uma das medidas mais importantes, e descreve a atividade biológica dos ácidos na cerveja. Sua medição é realizada de forma direta através do pHmetro. O valor do pH depende de alguns fatores, tais como: o pH do mosto, o poder tampão e a formação de ácidos durante a fermentação (FLORES *et al.*, 2015).

Em cervejas com fermentações mistas ou do tipo comum, o pH final do produto caracteriza-se como ácido. A exemplo da pesquisa de Matt Miller (2016) para a produção de cervejas ácidas com fermentações mistas, o mesmo relatou que a preparação de cervejas utilizando *Lactobacillus* e *Saccharomyces* registrou um pH final variando entre 3,1

e 3,4. Já para cervejas que não utilizam fermentações mistas, o pH costuma ser menos ácido, como pode-se observar na pesquisa de Artur e Cleiton em 2014, onde o pH obtido apresentou variação entre 4,26 e 4,51 (FERREIRA; BENKA, 2014).

Teor Alcoólico

Consiste na quantificação de álcool presente na solução. Essa medida pode ser obtida por meio da destilação e do cálculo da densidade relativa, utilizando equipamentos como o aerômetro de baumé (FERREIRA; BENKA, 2014). O teor alcoólico de algumas das principais cervejas artesanais ácidas, bem como sua origem, são expressados na Tabela 2.

Tabela 2. Teor alcoólico de tipos de cervejas ácidas e sua origem.

Tipos de cerveja	Origem	Teor Alcoólico (%)
Sour Ale	Bélgica	5
Lambic	Bélgica	3-4
Gose	Alemanha	3-5
Berliner Weisse	Alemanha	5-7
Catharina Sour	Brasil	4-5.5
American Wild Ales	Estados Unidos	5-6.5

Fonte: CRUSCO, 2018.

Densidade

A medição e leitura da densidade é feita por meio do densímetro, ao se retirar uma pequena quantidade da amostra. O cálculo dessa medida informa a respeito da quantidade de açúcares e do teor alcoólico presentes no mosto, visto que, quanto mais denso o mosto for, mais açúcares ele vai ter e, por conseguinte, maior o teor de álcool. Além disso, a densidade também permite o conhecimento acerca da atividade metabólica dos microrganismos na cerveja, podendo ajudar a realizar os ajustes necessários antes ou após a fermentação requeridos (MILLER, 2016).

Temperatura

O controle da temperatura durante os vários estágios de produção da cerveja artesanal também é importante. Por meio de dispositivos como o termômetro, o monitoramento e controle da temperatura pode ser feito de forma eficaz, evitando possíveis contratempos que irão influenciar negativamente no produto final. Em cervejas ácidas, o monitoramento da temperatura durante a fase de envelhecimento é essencial para a garantia da qualidade do produto, e este pode ser realizado no próprio barril, freezers ou qualquer ambiente que seja possível proporcionar o envelhecimento da cerveja (MILLER, 2016).

Cor

A coloração da cerveja é dependente, especialmente, do tipo de malte empregado no processo. No malteamento, se a solução ficar exposta por muito tempo a temperaturas elevadas, a coloração do produto tende a ficar cada vez mais escura. No Brasil, a escala usualmente utilizada para a medição da cor da cerveja é a *European Brewing Convention* (EBC) e pode ser analisada por meio de equipamentos como o espectrofotômetro (ROSENTHAL, 2019). Em seguida, com o resultado exibido no equipamento, faz-se a conversão para EBC. De forma geral, a coloração clara ou escura das cervejas podem ser classificadas em intervalos de EBC, como exposto na Tabela 3.

Tabela 3. Tipos de coloração da cerveja e classificação do tipo EBC.

Coloração da cerveja	EBC
Clara	> 20 unidades EBC
Escura	< 20 unidades EBC

Fonte: BRASIL, 2001.

A coloração das cervejas que passaram por fermentação mista pode variar, a exemplo da Berliner Weisse, que é clara e possui EBC igual a 4, enquanto a Sour Ale é escura e apresenta um EBC igual a 39 (ROSENTHAL, 2019).

Análises microbiológicas

A realização de análises e controles microbianos é imprescindível para verificar a qualidade do produto e evitar a possível contaminação dada por microrganismos. A legislação do Brasil define que os contaminantes microbiológicos não devem estar presentes em quantidades superiores aos limites estabelecidos no Regulamento Técnico MERCOSUL correspondente (BRASIL, 2001). Dessa forma, deve-se realizar a contagem dos microrganismos inseridos durante a produção de cerveja, como forma de garantir bons resultados durante a fermentação.

Na pesquisa realizada por Artur e Cleiton na UFTPR em 2014 para a cerveja com fermentação em cultura não mista, houve a contagem de *Staphylococcus aureus*, mesófilos, coliformes totais e enumeração de bolores e leveduras, seguindo metodologias oficiais e obtendo resultados positivos, mostrando, assim, que a contagem dos microrganismos é apropriada para o consumo humano, possibilitando a realização da próxima análise, que é a sensorial.

Aneta, Iga e Aleksander, por sua vez, ao produzirem cervejas com fermentações mistas em 2019, fizeram a contagem, em especial, do ácido lático obtido após as fermentações realizadas. De acordo com a literatura, a quantidade de ácido lático em cervejas ácidas deve variar entre 3-6 g/L, e, no trabalho desenvolvido pelos autores, suas amostras de cerveja continham até 6 g/L de ácido lático, atendendo todas as especificações exigidas (CIOSEK *et al.*, 2019).

Análise sensorial

A análise sensorial consiste na degustação da cerveja, para os fatores como o corpo, turbidez, formação e estabilidade da espuma, aroma e sabor serem avaliados por julgadores selecionados. No trabalho de Artur e Cleiton para a cerveja artesanal que não fez uso de fermentação mista, 30 julgadores foram selecionados e treinados para obterem a capacidade de identificarem as proporções estabelecidas para a cerveja, de acordo com as recomendações da ISO 8586 de 2012 (FERREIRA; BENKA, 2014).

De acordo com Matt Miller (2016), para cervejas obtidas com culturas mistas, deve-se ter o cuidado ao realizar a degustação, a fim de evitar potenciais danos à saúde.

Dessa forma, fazer uma leitura de pH e avaliar o grau de atenuação são medidas importantes. Após as devidas precauções, deve-se provar a cerveja ácida, que possuirá um gosto amargo, e verificar se o desenvolvimento do sabor e aroma obtiveram resultados satisfatórios (MILLER, 2016).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal foco deste trabalho foi apresentar as etapas da produção e análises físico-químicas da cerveja artesanal. Com o conhecimento das variáveis de processo, por meio de levantamentos bibliográficos, foi possível descrever as etapas de produção da cerveja artesanal de forma geral, dando enfoque à cerveja produzida por fermentação mista, conhecida também como ácida ou azeda. Além disso, fez-se uma análise comparativa em relação à produção desse tipo de bebida com as cervejas artesanais tradicionais, o qual foi possível notar que a diferenciação entre o tipo mista e a comum ocorre a partir da etapa de fervura e resfriamento.

Ademais, foi observado, também, aspectos ligados ao controle de qualidade do produto para ambos os tipos de cerveja, sendo elas as análises físico-químicas, microbianas e sensoriais. Essas, portanto, são essenciais para garantir a produção de uma bebida de qualidade e com resultados satisfatórios, levando em conta metodologias aplicadas internacionalmente e a legislação vigente. Por fim, tem-se que a cerveja por fermentação mista apresenta bom potencial de produção e comercialização por ser um produto diferenciado dos demais, apesar de demandar mais tempo e cuidado quando comparada com as cervejas de culturas não mistas.

REFERÊNCIAS

1. BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. *Instrução 1. Normativa no 54, de 5 de novembro de 2001. Estabelece a identidade e qualidade dos produtos de cervejaria destinados ao consumo humano*. Diário Oficial da União, Brasília, 6 nov. 2001.
2. BREJAS. *História da Cerveja*. 2019. Virtual. Disponível em: <https://www.brejas.com.br/historia-cerveja.shtml>. Acesso em: 29 mar.2020.

3. CARVALHO, B. T. *Fermentação consorciada leveduras/Bactérias lácticas aplicadas à produção de cachaça como possibilidade de melhoria do padrão de qualidade*. 2011. 93f. Dissertação de mestrado (mestre em Biotecnologia) - Núcleo de Pesquisas em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, 2011.
4. CIOSEK, Aneta; RUSIECKA, Iga; POREDA, Aleksander. *Sour beer production: impact of pitching sequence of yeast and lactic acid bacteria*. Wiley Online Library, Journal- Institute of Brewing. Cracóvia - Polônia, 2019.
5. CRUSCO, Sérgio. *As cervejas ácidas conquistaram o Brasil e vieram para ficar*. Virtual, 2018. Disponível em: <https://dringue.com/2018/04/19/cervejas-acidas-sour-beers-gose-berliner-weisse-sour-ale-catharina-sour-lambic-gueuze-kriek-flanders-red-ale/>. Acesso em: 10 ago. 2020.
6. DRAGONE, G.; SILVA, J. B. A. *Cerveja, in: VENTURINI FILHO, W. G. Bebidas Alcoólicas: Ciência e Tecnologia*. São Paulo: Blücher, 2010.
7. EMBRAPA. *Aspectos econômicos e conjunturais da cultura da cevada*. Brasília: Portal Embrapa, 2012. Disponível em: <http://www.embrapa.com.br>. Acesso em: 01 abr. 2020.
8. FERREIRA, Artur de Sousa; BENKA, Cleiton Luis. *PRODUÇÃO DE CERVEJA ARTESANAL A PARTIR DE MALTE GERMINADO PELO MÉTODO CONVENCIONAL E TEMPO REDUZIDO DE GERMINAÇÃO*. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Curso de Tecnologia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014.
9. FLORES, A. B.; GRAFF, A.; CORNELIUS, E.; SOUSA, C. F. V. *Perfil sensorial e avaliações físico-químicas de cerveja artesanal de chocolate e caramelo*. Revista Destaques Acadêmicos, vol. 7, n.4, Cetec/Univates, 2015.
10. ISO. International Standard Organization. 8586:2012. *Sensory analysis -- General 5. guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert 6. sensory assessors*, 2012.
11. JÚNIOR, José. *Entendendo as Sour Beers - Parte I*. Virtual, 2015. Disponível em: <http://www.tobeerornot.com/2015/05/entendendo-as-sour-beers-parte-i.html>. Acesso em: 10 ago. 2020.
12. LARA, Carlos. *Maturação, Envase e embarrilamento*. Virtual, 2012. Disponível em: <https://www.hominiupulo.com.br/cervejas-caseiras/envase-e-embarrilamento/>. Acesso em: 07 ago. 2020.

13. LARA, Carlos. *Fermentação e maturação da cerveja: aprenda como fazer*. Virtual, 2018. Disponível em: <https://www.hominilupulo.com.br/cervejas-caseiras/fermentacao-e-maturacao/>. Acesso em: 07 de ago. 2020.
14. LIMA, L. L. A.; FILHO, A. B. M. *Técnico em alimentos: tecnologia de bebidas*. São Paulo, 2011.
15. MAGÁ, Lucas. *Clarificação da cerveja: como deixar sua cerveja cristalina*. Virtual, 2018. Disponível em: <https://www.hominilupulo.com.br/cervejas-caseiras/como-fazer/clarificacao-da-cerveja/>. Acesso em: 06 ago. 2020.
16. MATOS, R. A. G. *CERVEJA: PANORAMA DO MERCADO, PRODUÇÃO ARTESANAL, E AVALIAÇÃO DE ACEITAÇÃO E PREFERÊNCIA*. 2011. 90f. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Curso de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, 2011.
17. MILK THE FUNK WIKI. *Mixed Fermentation*. Virtual, 2020. Disponível em: http://www.milkthefunk.com/wiki/Mixed_Fermentation. Acesso em: 01 abr. 2020.
18. MILLER, Matt. *FUNDAMENTALS OF SOUR BEER FERMENTATION*. Virtual, 2016. Disponível em: <http://sourbeerblog.com/fundamentals-of-sour-beer-fermentation>. Acesso em: 06 ago. 2020.
19. ROSENTHAL, Rodolfo. *Cor da cerveja: entenda o papel do malte na coloração*. Virtual, 2019. Disponível em: <https://www.hominilupulo.com.br/cervejas-caseiras/cor-da-cerveja/>. Acesso em: 10 ago. 2020.
20. SILVA, A. E.; COLPO, E.; OLIVEIRA, V. R.; HERBST, C. G.; HECKTHEUER, L. H. R.; REICHERT, F. S. Elaboração de cervejas com diferentes teores alcoólicos através de processo artesanal. *Alim. Nutr.* v.20, n.3, p. 369-374, jul./set. 2009.
21. TEIXEIRA, Silva. *Clarificação da cerveja artesanal: aprenda mais sobre esse processo*. Virtual, 2017. Disponível em: <https://www.cpt.com.br/artigos/clarificacao-da-cerveja-artesanal-aprenda-mais-sobre-esse-processo#:~:text=A%20clarifica%C3%A7%C3%A3o%20C3%A9%20feita%20n,a,material%20que%20passou%20fique%20retido>. Acesso em: 06 ago. 2020.