

CERVEJA: Classificações e Processo Industrial

Franciane Letícia da Silva

Graduanda em Tecnologia em Processos Químicos,
Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

Willian Pereira Gomes

Químico, Mestre e Doutorando em Ciência dos Materiais – UNESP;
Docente das Faculdades Integradas de Três Lagoas – FITL/AEMS

RESUMO

A cerveja é uma das mais antigas criações do homem, acredita-se que sua origem foi na região da Mesopotâmia, onde a cerveja maltada já era consumida há cerca de 6.000 a.C., para o tratamento de doenças e em cerimônias religiosas ou festivas. No século XIX com a descoberta do processo de fermentação, a cerveja apresenta propriedades físicas diferentes das originais tornando-se mais clara e com sabor suave além aumentar o tempo de validade. É definida como uma bebida alcoólica obtida pela fermentação do mosto originado do malte de cevada e água potável, por ação da levedura, com adição de lúpulo. Neste estudo aprofundaremos na fermentação industrial da cerveja, com o intuito de entender o processo de fermentação em sua transformação química.

PALAVRAS-CHAVE: cerveja; fermentação; bebida alcoólica.

INTRODUÇÃO

Desde os povos primitivos, a fabricação de bebidas fermentadas é considerada uma arte milenar. A cerveja uma bebida com baixo teor alcoólico, normalmente entre 2-6%, derivada da fermentação de diversos cereais como o lúpulo, que é o responsável pelo sabor amargo característico. Entre outros ingredientes utilizados na fabricação destaca-se, a cevada maltada, arroz descascado, aveia e milho, os açúcares e xaropes de fermentação e a levedura (ROSA; AFONSO, 2015).

Neste estudo abordamos o processo de fermentação industrial da cerveja, procuramos apresentar as principais características da produção da cerveja, com foco principal no processo de fermentação alcoólica, e também classificar o tipo de cerveja de acordo com as matérias primas utilizada e processo de fermentação, mostrando seu processo de transformação química.

2 METODOLOGIA

O método utilizado para o desenvolvimento do estudo foi através de pesquisa bibliográfica, utilizando informações e conhecimentos de artigos científicos

em bases de dados *online*, livros, revistas e sites da internet que possuem embasamento teórico sobre o tema do estudo proposto.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

A composição básica da cerveja é água, cevada maltada e lúpulo, fermentados por levedura, sendo a cerveja o resultado da fermentação alcoólica preparada de mosto de algum cereal maltado (ROSA; AFONSO, 2015).

A maior parte da cerveja é composta por água e conforme a origem dessa água e suas características afetam diretamente na sua qualidade, podendo sofrer correções químicas de acordo com sua composição. Já entre os maltes, o utilizado com frequência é o de cevada, devido ao seu alto conteúdo de enzimas, mas também outros cereais maltados ou não maltados são igualmente usados, inclusive trigo, arroz, milho, aveia e centeio. Assim, podemos evidenciar que a água é um fator determinante na qualidade da cerveja, afetando em seu sabor final (ROSA; AFONSO, 2015).

O lúpulo foi acrescentado recentemente na composição da cerveja. Usa-se a flor do lúpulo para dar um gosto amargo que equilibra a doçura do malte e possui um efeito antibiótico moderado que favorece a atividade da levedura de cerveja em relação a organismos menos desejados durante a fermentação. Durante esse processo a levedura metaboliza os açúcares extraídos dos cereais, produzindo muitos compostos, incluindo o álcool e dióxido de carbono. (PINTO et al., 2015).

O lúpulo acrescentado, como podemos dizer é responsável pelo sabor amargo da cerveja, ele tira um pouco do doce produzido pelo malte. As cervejas costumam ter entre 4 a 6% de teor alcoólico, ainda existem cervejas com teores alcoólicos desde 2% até mais de 20% (PINTO et al., 2015).

3.1 Tipos de Cerveja

De acordo com os autores, existem variados tipos de cerveja disponíveis no mercado, cada uma com seu diferencial. A cerveja para consumo é composta por 2 a 6% de extrato residual, 2 a 6% de etanol, 0,35 a 0,50% de dióxido de carbono e 90 a 95% de água. Esses valores variam conforme o tipo de cerveja produzido (ROSA; AFONSO, 2016).

Numa visão geral, a cerveja pode ser basicamente dividida em dois grandes grupos, as do tipo Ale, dentre as quais se destacam a Porter e a Stout, e as do tipo Lager, como a Pilsen, a Munique e a Bock.

De acordo com a Legislação Brasileira, Decreto nº 2314, de 04 de setembro de 1997, art. 64 a art.71: “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” (BRASIL, 1997).

Assim, separamos algumas definições dos tipos de cervejas conforme alguns autores, seguintes.

3.1.1 Lager

As *lagers* de acordo com França (2015), em especial as claras, são, provavelmente, o tipo mais comum de cerveja consumida. Elas são originárias da Europa Central (provavelmente da atual Alemanha), tirando seu nome da palavra germânica *lagern* ("armazenar").

Originárias da Europa Central no século 14, são cervejas de baixa fermentação ou fermentação a frio (de 6 a 12°C), com graduação alcoólica geralmente entre 4 e 5% (SANTOS, 2005).

3.1.2 Pilsen

Cerveja do tipo *lager*, amarga, de coloração dourada e bastante transparente. É o tipo de cerveja mais consumido em todo o mundo, como exemplo a Heineken, Carlsberg, Brahma, Quilmes, Budweiser (basicamente todas as cervejas mais consumidas do planeta). O nome *pilsen* é derivado de Pilsen, nome alemão da atual cidade de Plzeň, localizada na República Checa, onde este estilo de cerveja foi originalmente produzido (AMORIM, 2005).

3.1.3 Ale

As cervejas do tipo Ale eram as únicas disponíveis no mercado até meados do século XIX. É um processo de fabricação antigo e essa família engloba as cervejas de alta fermentação, ou seja, que fermentam em temperaturas mais altas (15-24 °C). Suas características são mais complexas, aromas e sabores mais frutados, mais maltadas e lupuladas. Costumam ser também mais encorpadas e vigorosas. Podem ser claras ou escuras e possuem uma variação muito maior na graduação alcoólica (GREY, 2014).

3.1.4 Porter

A *porter* é fabricada a partir do processo de fermentação alta, assim chamada porque ela ocorre a uma temperatura elevada, entre 15-20 °C, fato que leva as leveduras a subirem à superfície, resultando em uma cerveja forte e encorpada (SANTOS, 2005).

3.1.5 Lambic

A Lambic faz a fermentação da cerveja com a microflora do ambiente, ou seja, é uma cerveja de fermentação espontânea. São pouco conhecidas no Brasil. Seu processo de produção é longo e de alto custo. A verdadeira Lambic é produzida perto de Bruxelas. O nome vem da cidade de Lambeek. São cervejas com sabor bastante ácido. Comumente adicionam-se frutas nessas cervejas para ajudar no processo de fermentação espontânea, e podem ser maturadas em barris de carvalho. Um exemplo encontrado aqui no Brasil é a KriekBoon (GREY, 2014).

3.1.6 Cerveja sem álcool

Durante o processo de fabricação da cerveja é possível interferir na produção durante a fermentação, em que, alterando o tempo, a temperatura e a pressão, é possível produzir tradicional e naturalmente a cerveja sem álcool. Atualmente é também utilizado outro processo, em que através de um tipo de micro filtração é possível retirar o álcool da cerveja (ROSA; AFONSO, 2015).

3.2 Processo produtivo da cerveja

A cerveja é produzida a partir da fermentação da cevada. De acordo com Santos (2005), a fermentação é a principal etapa do processo cervejeiro.

Todo o processo de produção da cerveja é iniciado a partir do malte, mais exatamente dos hidrocarbonetos fermentáveis que resultam na maltose. Inicia-se o processo de maltagem a cevada é convertida em malte passando pela maceração, germinação, secagem e torrefação (AMBEV, 2011).

A maceração é realizada em tanques apropriados ou estufas, nesse estágio os grãos de cevada são umedecidos com água sua temperatura reduzida a 15 °C controlando a umidade dos grãos alcance a faixa de 35-50%. Normalmente são necessários de 1-2 dias para a maceração e, após o processo de maceração, os grãos são transferidos para germinadores, onde a germinação é conferida com

suprimento de ar úmido através da massa de grãos, a uma temperatura controlada entre 13-20 °C (AMORIM, 2005).

Então os grãos passam pelo processo de secagem, passando por fornos que variam numa temperatura de 80-120 °C que promovem a caramelização dos grãos, transformando-o no malte.

A levedura *Saccharomyces cerevisiae* muito utilizada na produção de cerveja, reproduz-se assexuadamente e consegue crescer tanto em meio aeróbio como anaeróbio. A partir dos hidratos de carbono presentes na solução, nomeadamente a glucose, as leveduras vão conseguir obter energia para a sua sobrevivência e reprodução. Porém, as leveduras necessitam de outros compostos, como o nitrogênio, aminoácidos e ácidos graxos. O oxigênio é necessário para sintetizar esteróis e ácidos graxos insaturados, onde uma oxigenação inicial pobre vai impedir o crescimento das leveduras (SHREVE; BRINK, 1997).

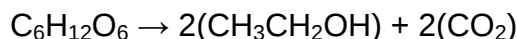
Existem dois tipos diferentes de enzimas na cevada maltada a α -amilase e β -amilase. As enzimas alfa quebram os longos encadeamentos dos amidos dividindo-os na metade. As enzimas β -amilase quebram os amidos cortando-os em pares, a partir do final da cadeia. A conversão só acontece se estas duas enzimas trabalharem juntas durante um tempo razoável. Mas, há um problema as enzimas α -são mais ativas de 65-67 °C enquanto as β - entre 52-62 °C, portanto, a temperatura e duração da mistura precisa ser cuidadosamente controlada para se obter uma boa transformação (AMBEV, 2011).

Assim, complementando o processo temos a filtragem e a lavagem dos resíduos do malte. Onde o líquido é retirado do fundo da cuba filtro da mistura e colocado novamente na parte de cima, para ser filtrado pelas cascas dos grãos. Coloca-se então mais água quente nos grãos (processo chamado de lavagem dos resíduos do malte), garantindo assim a remoção de todos os açúcares.

A mistura é um processo muito interessante, antes de seu início, os grãos não são doces, mas o líquido que é retirado deles no final da mistura é bem doce e pegajoso. Este líquido, que agora contém a maioria dos açúcares fermentáveis, vai para a fervura (SHREVE e BRINK, 1997).

Quando a levedura entra em contato com o mosto pela primeira vez, as concentrações de glicose ($C_6H_{12}O_6$) são muito altas, o que faz com que ela entre através da difusão, na levedura. E assim que, cada molécula de glicose entra na

levedura, ela se quebra num processo de 10 etapas chamado glicólise. O produto da glicólise é um açúcar de três carbonos, chamado piruvato, e um pouco de ATP (trifosfato de adenosina), que fornece energia para a levedura, permitindo que ela se multiplique. Os dois piruvatos são então convertidos pela levedura em dióxido de carbono CO_2 e etanol $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$, que é o álcool da cerveja (AMORIM, 2005). A reação é:



3.2.1 Mosto

O objetivo da mosturação segundo Kunze (1997 apud SIQUEIRA; BOLINI; MACEDO, 2008) é promover a hidrólise do amido a açúcares fermentescíveis (maltose, glicose e maltotrioses) junto às dextrinas de cadeias curtas ou longas. Então se extrai aproximadamente 65% dos sólidos totais do malte, que em suspensão em água constituirão o mosto para a fermentação da cerveja. O ponto final da mosturação é a degradação do amido, que se hidrolisa a açúcares fermentescíveis como maltose, glicose e maltotrioses, além de formar dextrinas. Este processo, que dura de 2-5 horas, extrai os açúcares fermentáveis e outros componentes importantes do malte. Após isso, a água rica em açúcares (agora chamada de mosto) é retirada e o que restou do malte moído é lavado com água quente para extrair o máximo possível dos açúcares que restaram (BREJAS, 2015).

Podemos definir o mostro como aquoso de açúcar que dará origem ao álcool, seu preparo está em cozinhar o malte até a ebulição, obtendo assim o mostro (SHREVE; BRINK, 1997), conforme podemos observar na Figura 1.

Figura 1. Mosto fervendo durante a produção de cerveja.



Fonte: França, 2015.

O mosto então é fervido na caldeira de fervura a aproximadamente 100°C , por um período de 1-2 horas. O lúpulo é adicionado durante a fervura em momentos

variados, tendo como finalidade de conferir amargor, paladar e aroma que o cervejeiro deseja. No final da fervura, se separa o mosto do lúpulo e resfria-se, sendo preparado para a fermentação (AMORIM, 2005).

Os óleos que produzem o sabor e aroma do lúpulo são muito voláteis e evaporam rapidamente, portanto os lúpulos de fervura só contribuem para o amargor da cerveja (o sabor e o aroma são adicionados depois), conforme Figura 2.

Figura 2. Caldeira de cerveja.



Fonte: França, 2015.

De acordo com o tipo da cerveja que está sendo fabricada, mais lúpulos podem ser adicionados perto do final da fervura, são os chamados lúpulos finalizadores. Geralmente, os lúpulos que são adicionados aproximadamente 15 minutos antes do final contribuem para o sabor da cerveja. Os óleos dos lúpulos que dão à cerveja um cheiro diferente são os mais voláteis, portanto só precisam ficar no mosto quente por alguns minutos, como as folhas de chá, para extrair os óleos (SIQUEIRA; BOLINI; MACEDO, 2008).

3.2.2 Separação dos sólidos e resfriamento do mosto

A presença de resíduos no mosto, como bagaços ou outras fontes, comprometem a qualidade da fermentação. Por isso, tem-se que ser efetuada a separação dos sólidos.

Assim, mosto é bombeado da caldeira e colocado novamente nela através de um jato. Este fluxo do líquido forma um redemoinho. Quando este redemoinho é formado na caldeira de cerveja, todos os lúpulos e outros sólidos vão para o centro. A bomba então é desligada durante os próximos 20 minutos, o redemoinho para gradualmente e os sólidos vão para o fundo, formando um cone sólido (SHREVE; BRINK, 1997).

Então, quando o mosto é drenado, os sólidos ficam na caldeira. E em seguida, o mosto precisa ser resfriado até a temperatura adequada para a levedura, o que é feito num dispositivo de troca de calor de líquido para líquido. O mosto circula por um conjunto de tubos enquanto água resfriada circula em outro conjunto. Os tubos com o mosto quente transferem o calor para os tubos com a água resfriada.

A água é resfriada primeiro, então o volume de água necessário para esfriar um lote inteiro de mosto é quase o mesmo do mosto. A água resfriadora termina o processo numa temperatura de aproximadamente 76°C e é armazenada em um tanque separado para o próximo lote de cerveja. Desta forma, economiza-se água e a energia necessária para aquecê-la, conforme Figura 3.

Figura 3. Tanques de armazenamento de água quente e fria.



Fonte: França, 2015.

É importante resfriar rapidamente o mosto, para que a levedura possa ser colocada logo em seguida e a fermentação comece. Isto reduz as chances de contaminação por leveduras soltas no ar (SHREVE; BRINK, 1997).

3.2.3 Fermentação

Durante o processo de fermentação, a levedura é acrescentada ao mosto e se reproduz ligeiramente devido à alta quantidade de O_2 dissolvido no meio, oxidando o piruvato até CO_2 e água. Depois que todo o oxigênio é consumido, as células de levedura passam a utilizar o açúcar de forma anaeróbica, fermentando esses açúcares em etanol e CO_2 . O fermento é adicionado ao mosto para iniciar a fermentação e transformá-la em cerveja (SIQUEIRA; BOLINI; MACEDO, 2008). Para

começar o processo de fermentação, o mosto resfriado é transferido para um vasilhame de fermentação, no qual a levedura já foi colocada.

As fermentações “Ale” (de alta fermentação) duram de 5-10 dias a temperaturas de 16 a 21 °C. As fermentações “Lager” (de baixa fermentação) geralmente são mais longas, com uma fermentação inicial de 10-13 °C, seguida de um período de maturação a 1 °C. No final da fermentação, a cerveja é carbonatada e envasada (BREJAS, 2015).

Uma vez que a fermentação produz muito calor, os tanques precisam ser constantemente resfriados para manter a temperatura adequada (AMORIM, 2005), conforme Figura 4.

Figura 4. Tanque utilizado para fermentação.



Fonte: França, 2015.

Quando o mosto é adicionado à levedura, a densidade específica da mistura é medida, após certo período, mede-se novamente para determinar quanto álcool há na cerveja e para saber quando parar a fermentação. O fermentador é fechado, exceto por um longo e fino cano de ventilação, que permite que o dióxido de carbono saia do fermentador. Uma vez que há um fluxo constante de CO₂ no cano, o ar externo não consegue entrar no fermentador, o que reduz a ameaça de contaminação por leveduras soltas (DRAGONE; MUSSATI; SILVA, 2007).

Quando a fermentação estiver quase pronta, a maior parte da levedura irá para o fundo do fermentador, que tem forma de cone, o que facilita a captura e remoção da levedura, que é economizada e usada no próximo lote de cerveja.

Enquanto a fermentação ainda estiver acontecendo e quando a densidade específica tiver alcançado um nível pré-determinado, o tubo de ventilação de dióxido de carbono é fechado. Como a fermentação continua, a pressão continua produzindo CO_2 . É assim que a cerveja recebe a maior parte de sua carbonação, sendo o restante adicionado mais tarde no processo. Deste ponto em diante, a cerveja ficará sob pressão exceto por um pequeno período durante o engarrafamento (ROSA; AFONSO, 2015).

No término da fermentação, a cerveja é resfriada para $\sim 0^\circ\text{C}$, o que ajuda a levedura restante a ir para o fundo do fermentador, junto a outras proteínas indesejáveis que saem da solução nesta temperatura baixa.

A cerveja é então lentamente bombeada do fermentador e filtrada, para remover quaisquer sólidos que possam ter ficado, passando do fermentador para o tanque de cerveja limpa, sendo esta a sua última etapa antes do engarrafamento e do preenchimento de barris. Nesse momento, o nível de dióxido de carbono é ajustado, formando um pouco de CO_2 extra na cerveja através de uma pedra porosa. Cerveja de alta fermentação – ação de levedura cervejeira (*S. cescerevisiae*) que emerge a superfície do líquido na fermentação tumultuosa na temperatura de $12\text{--}15^\circ\text{C}$. Cerveja de baixa fermentação – ação de levedura cervejeira (*Saccharomyces uvarum*) que se deposita no fundo da cuba durante ou após a fermentação tumultuosa na temperatura de $5\text{--}10^\circ\text{C}$ (AMORIM, 2005).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de não haver uma data para marcar o início da fabricação da cerveja, podemos afirmar que desde seus primórdios sua receita foi cuidadosamente desenvolvida, dando origem a diversos tipos de cervejas. Porém o processo continua sendo o mesmo, obtemos a cerveja através da fermentação, a etapa principal de sua fabricação.

As reações químicas encontradas nesse processo estão relacionadas ao dióxido de carbono (CO_2) e etanol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$). Assim, podemos observar que a

transformação química na produção da cerveja está relacionada com seu processo de fermentação.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, U. Biotecnologia industrial: processos fermentativos e enzimáticos. São Paulo: Edgard Blucher, 2002.

AMBEV. Programa de formação técnica cervejeiros, 2011. AmBev. Disponível em: <<http://www.ambev.com.br/cursos>>. Acessado em: 24 de abr 2016.

AMORIM, H. V. Fermentação alcoólica. São Paulo: Ciência e tecnologia, 2005.

BRASIL. Decreto nº 2314, de 04 de setembro de 1997. Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 05 de setembro de 1997. p.19549.

BREJAS. Como fazer cerveja: o processo de fabricação. 2015. Disponível em: <<http://www.brejas.com.br/fazer-cerveja.shtml>>. Acessado em: 22 de abr. 2016.

DRAGONE, G., MUSSATI, S. I.; SILVAJ. B. A. Utilização de mostos concentrados na produção de cervejas pelo processo contínuo: novas tendências para o aumento da produtividade. Ciência e Tecnologia de Alimentos, p. 37-40, 2007.

FRANÇA, S. Fermentação alcoólica na produção de cerveja. 2015. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABC5AAF/fermentacao-alcoolica-na-producao-cerveja>>. Acessado em: 22 abr. 2016.

GREY, S. Os diferentes tipos de cerveja: Lager, Ale e Lambic. Disponível em: <<http://gourmmelier.com/os-diferentes-tipos-de-cerveja-lager-ale-e-lambic/>>. Acessado em 21 abr. 2016.

PINTO, L. I. F. et al. Desenvolvimento de Cerveja Artesanal com Acerola (*Malpighiaemarginata*DC) e Abacaxi (*Ananascomosus* L. Merrill). Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 10, n. 4, p. 67-71, 2015.

ROSA, N. A.; AFONSO, J. C. A química da cerveja. Química Nova na Escola, v. 37, n. 2, p. 98-105, 2015.

SANTOS, M. S.; RIBEIRO, F. M. Cervejas e refrigerantes. São Paulo: CETESB, 2005.

SHREVE, N. R.; BRINK, J A. Industrias de processos químicos. Industria de Fermentação. 4th, 1997.

SIQUEIRA, P.B.; BOLINI, H.M.A.; MACEDO, G.A. O processo de fabricação da cerveja e seus efeitos na presença de polifenóis. Alimentos e Nutrição, v.19, n.4, p. 491-498, 2008.