

## Adjuntos utilizados para produção de cerveja: características e aplicações

Adjuncts used for beer production: Features and applications

**Roseane Farias D'Avila<sup>1</sup>**

Universidade Federal de Pelotas, Brasil  
roseane.davila@gmail.com

**Márcia de Mello Luvielmo<sup>1</sup>**

Universidade Federal de Pelotas, Brasil  
mmluvielmo@gmail.com

**Carla Rosane Barboza Mendonça<sup>1</sup>**

Universidade Federal de Pelotas, Brasil  
sidcar@ufpel.edu.br

**Márcia Monks Jantzen<sup>2</sup>**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil  
marcia.jantzen@ufrgs.br

---

**Resumo.** Das matérias-primas utilizadas para a produção de cervejas, o malte de cevada é o mais utilizado para fornecer os carboidratos necessários às leveduras durante a fermentação, onde é produzido o álcool e o gás carbônico característicos da bebida. A complementação do mosto com adjuntos é recomendada para corrigir propriedades que não foram atingidas, mas este não deve interferir na qualidade da cerveja. Deste modo, o objetivo desta revisão é apresentar as principais matérias-primas utilizadas em substituição ao malte de cevada. Cereais e matérias ricas em amido podem ser utilizados como adjuntos amiláceos, tais como griz de milho, arroz, trigo. Outro grupo de adjuntos, conhecido como adjuntos açucarados também tem ampla aplicação, por não necessitarem sofrer hidrólise enzimática, porque são prontamente fermentáveis. Os adjuntos, de uma forma geral, proporcionam uma redução dos custos de produção, pois possibilitam empregar menor quantidade de energia durante o processamento.

**Palavras-chave:** cerveja, adjuntos, fermentação.

**Abstract.** Among the raw materials used for beer production, barley malt is the most widely used to provide the necessary carbohydrates to yeasts during fermentation, in which alcohol and carbon dioxide are produced. Must supplementation with adjuncts is recommended to correct properties that were not reached but this should not affect beer quality. Thus, the aim of this review is to present the main raw materials used to replace barley malt. Cereals and starchy materials can be used as starchy adjuncts, such as corn gritz, rice, wheat. Another group of adjuncts, known as sugary adjuncts, also has wide applications. They do not need to suffer enzymatic hydrolysis, because their sugars are readily fermentable. The adjuncts, in general, are used to decrease production costs since they allow the use of reduced energy during processing.

**Key words:** beer, adjuncts, fermentation.

---

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pelotas. Campus Universitário, s/n, C.P.: 354, Capão do Leão, 96010-900, Pelotas, RS, Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves, 9090, 91540-000, Porto Alegre, RS, Brasil.

## Introdução

Segundo o decreto Nº 6.871, de 4 de junho de 2009, que regulamenta a lei nº 8.918, de 14/07/1994 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, a cerveja é definida como “a bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto cervejeiro, oriundo do malte de cevada e água potável, por ação de levedura, com adição de lúpulo”, sendo que o malte e o lúpulo podem ser substituídos pelos seus extratos. Segundo a mesma legislação, parte do malte de cevada pode ser substituída por adjuntos cervejeiros, que não devem exceder 45% em relação ao extrato primitivo, sendo considerados adjuntos a cevada cervejeira e outros cereais malteados ou não malteados, assim como amidos e açúcares de origem vegetal. Quanto à proporção de malte de cevada, aquelas que têm como única fonte de açúcares o malte de cevada podem ser denominadas de “cerveja de puro malte”; aquelas em que o malte de cevada representa quantidade igual ou superior a 55% em peso sobre o extrato primitivo recebem a denominação “cerveja” e aquelas cuja proporção de malte de cevada for maior que 25% e menor que 55% devem conter a expressão “cerveja de...”, seguida do nome do vegetal predominante (Brasil, 2009).

Porém, Reinold (1997) e Venturini Filho (2005) referem-se a adjuntos como sendo produtos que contêm carboidratos não malteados. Na presente revisão, o conceito de adjuntos abrangerá cereais malteados e não malteados, amidos e açúcares de origem vegetal, conforme descrito na legislação.

Os adjuntos de fabricação utilizados na produção de cerveja possibilitam a redução de despesas com matérias-primas empregadas na fabricação, uma vez que a cevada produzida no Brasil não supre a demanda. Segundo dados disponibilizados pela Embrapa em 2009, o país produz apenas 30% do malte que consome. Assim sendo, o emprego de matérias-primas nacionais diminui os custos na produção do extrato cervejeiro; porém, tal prática não deve interferir na qualidade da cerveja, conferindo características inadequadas ao produto ou não proporcionando condições para o desenvolvimento das características que se esperam. O malte de cevada apresenta a grande vantagem de possuir elevado poder diastásico, o que é de relevância para a utilização de outras matérias-primas amiláceas não malteadas, pois as enzimas do malte de cevada serão as responsáveis pela hidrólise do amido dos

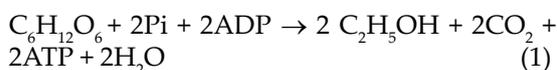
adjuntos; pode-se considerar também o emprego de enzimas adquiridas separadamente, quando for observado que a reação não está ocorrendo de maneira satisfatória. Já os adjuntos sob a forma de xaropes e açúcares não necessitam sofrer processos de sacarificação, dispensado essa etapa de atuação enzimática (EMBRAPA, 2009).

O objetivo desta revisão é descrever as matérias-primas amiláceas e as diretamente fermentescíveis que podem ser empregadas como alternativas para a substituição parcial do malte de cevada na elaboração de cervejas, assim como discutir aspectos da utilização destes produtos.

## Componentes e matérias-primas da cerveja

O peso da cerveja deve-se majoritariamente à água, que representa cerca de 92-95% de sua constituição. Os cereais utilizados servem de fontes de carboidratos fermentáveis, proteínas, minerais, sendo que o mais utilizado é a cevada malteada. Do lúpulo (*Humulus lupulus*) provêm óleos essenciais, substâncias minerais, polifenóis e resinas amargas, que conferem à bebida o amargor, sabor característico, e propriedades antimicrobianas. As leveduras utilizadas, *Saccharomyces cerevisiae*, para a produção de cervejas do tipo *ale*, e *Saccharomyces uvarum*, para as tipo *lager*, são os componentes responsáveis pela fermentação do mosto, com formação de produtos que determinam o sabor da cerveja e conferem as características próprias da bebida (Varnam e Sutherland, 1997; Venturini Filho, 2005).

Destes componentes, são os substratos açucarados que serão fermentados pelas leveduras, originando etanol e dióxido de carbono na cerveja, conforme a reação 1.



Reação 1: Fermentação alcoólica (fonte: Venturini Filho e Mendes, 2004).

Os substratos endógenos são aqueles constituintes da levedura, podendo-se citar o glicogênio e a trealose. Porém, são aqueles fornecidos à levedura, como sacarose, glicose, frutose, que serão utilizados como fonte de carboidratos para a obtenção dos produtos desejáveis durante a fermentação, sendo chamados de substratos exógenos (Varnam e Sutherland, 1997).

Assim, estes substratos exógenos podem ser agrupados em dois grupos: matérias-primas açucaradas e matérias-primas amiláceas e feculentas. Entre as matérias açucaradas, é possível distinguir diretamente os açúcares fermentescíveis e os não fermentescíveis. As matérias amiláceas, contudo, fermentam após uma hidrólise que se denomina sacarificação, pela qual o amido infermentescível se transforma em açúcar fermentescível (Aquarone *et al.*, 2001).

As matérias-primas açucaradas podem ser utilizadas para ajustar e desenvolver características das cervejas com pequenos custos à cervejaria. Açúcares de cana são menos utilizados do que xaropes obtidos de amido de milho por hidrólise enzimática. Também se empregam xaropes de malte e xarope caramelizeado, que proporcionam cor, aroma e sabor às cervejas escuras. Já os adjuntos amiláceos normalmente não são malteados, e a obtenção dos carboidratos se dá através de gelatinização, solubilização e hidrólise do amido (Varnam e Sutherland, 1997). Os açúcares do mosto, naturalmente presentes ou obtidos após sacarificação, são utilizados pelas leveduras na seguinte ordem: sacarose, glicose, frutose, maltose e maltotriose, sendo que altos níveis dos três primeiros podem acarretar a repressão do metabolismo da maltose (Varnam e Sutherland, 1997).

De 161 amostras de cervejas Pilsen nacionais, 95,6% utilizavam malte e adjunto cervejeiro, sendo que 91,3% utilizavam como adjuntos derivados de milho ou açúcar de cana (Sleiman *et al.*, 2010), o que demonstra que a utilização dessas matérias-primas é amplamente difundida na produção cervejeira. Os adjuntos possibilitam a produção de cervejas mais leves, com sabor mais suave, mais brilho e maior estabilidade física (Santos, 2005).

As principais matérias-primas empregadas como adjuntos durante a etapa de fermentação do mosto cervejeiro serão descritas a seguir.

### Adjuntos amiláceos

Os EUA são um dos principais produtores de cerveja no mundo; no país, os adjuntos mais utilizados são milho (46% do total de adjuntos), arroz (31%), cevada (1%) e açúcares e xaropes (22%), o que permite notar um grande emprego de matérias-primas contendo amido em sua composição (Priest e Stewart, 2006). É possível utilizar qualquer fonte de amido como adjunto amiláceo, desde que observada a disponibilidade, o valor econômico e o teor

de amido. Para que a hidrólise do amido e dos componentes adicionados ocorra adequadamente, é preciso uma gelatinização prévia, visando a expô-lo às enzimas presentes no malte (Perpete e Collin, 2000).

O adjunto amiláceo só pode ser diretamente adicionado ao malte quando sua temperatura de gelatinização for inferior àquelas utilizadas durante a mosturação da cerveja, etapa na qual o amido sofre hidrólise pela ação enzimática, degradando-se em uma mistura de moléculas de poliglucose, menos complexas que as originais (Hough, 1990). Essas enzimas são desenvolvidas nos grãos de cevada e outros cereais em etapa anterior ao processamento da cerveja, denominada malteação. Quando são utilizados cereais que possuem temperaturas de gelatinização do amido mais elevadas do que as utilizadas durante a mosturação, é necessário cozinhar o adjunto antes de sua adição ao processo, que ocorre durante a maceração. A liquefação ocorre pela ação das enzimas do malte, que é adicionado em parte ao tanque de cozimento do adjunto, uma vez que a  $\alpha$ -amilase é termoestável à temperatura utilizada (Dossiê Enzimas, 2011). Durante a liquefação, costuma-se empregar 10% de malte para diminuir a viscosidade do material que será adicionado ao mosto, extraindo-se 80 a 90% dos sólidos totais do adjunto (Santos, 2005).

A hidrólise poderia ser realizada também pela adição de ácidos, porém, devido ao alto consumo de energia, ao menor rendimento e à pouca mobilidade operacional, emprega-se a hidrólise enzimática (Evangelista *et al.*, 2005).

Quando se utiliza uma alta proporção de cereais sem maltear na elaboração de cervejas, o malte usado em conjunto pode ser proveniente de plantas de cevada de seis fileiras de grãos por espigas que, apesar de apresentar qualidade inferior para o malteado, quando comparado ao obtido de plantas de duas fileiras de grãos por espigas, possui alto nível de atividade enzimática (Varnam e Sutherland, 1997).

A cerveja brasileira *lager* utiliza adjuntos como milho e arroz. É uma versão da *lager* americana, e as duas são consideradas cervejas muito leves, ainda que a brasileira utilize maior quantidade de lúpulo para a fabricação (Carvalho, 2007).

A determinação dos componentes da cerveja pode ser realizada através da análise de isótopos estáveis de carbono e nitrogênio, por espectrometria de massa. Sleiman *et al.* (2008)

concluíram que por meio de análises de Carbono-13 é possível descobrir o percentual de malte e adjunto oriundo do ciclo fotossintético do C4 (como o milho), enquanto que o teor de malte em cervejas produzidas juntamente com arroz ou trigo, plantas do ciclo C3, pode ser determinado através de análises de Nitrogênio-15.

### Trigo

O trigo não deve ser utilizado como adjunto em proporções elevadas, uma vez que aumenta o teor de arabinosilanos no mosto, que possuem peso molecular superior aos encontrados no malte de cevada, o que aumenta sua viscosidade e diminui a eficiência da filtração. A utilização de mosto constituído por 40% de malte de trigo em comparação à utilização de mosto de malte de cevada 100% aumenta a viscosidade de 1498 mPa para 1625 mPa, quando avaliada a 55°C (Lu e Li, 2006). Como também pode ser malteado, é empregado comercialmente na elaboração de alguns pães, porém, o desenvolvimento de microrganismos durante a germinação na superfície do grão apresenta-se como um motivo para não ser utilizado em larga escala na elaboração de cervejas (Hough, 1990). Quando empregado para produção de cervejas, o tempo de malteação e de germinação devem ser curtos. O manuseio deve ser realizado com cuidado, de modo que o grão não seja danificado, e deve-se empregar uma camada fina na estufa de secagem. O malte de trigo pode ser utilizado nas cervejas *Weizenbier*, *Berliner Weisse* (Reinold, 1997). O amido de trigo tem temperatura de gelatinização similar a do malte e pode ser adicionado diretamente durante a mosturação, mas muitas cervejarias realizam o aquecimento em local apropriado para o cozimento dos adjuntos. Durante tal prática, quando forem adicionados os 10% de malte, recomenda-se que a mistura permaneça a 48°C durante 30 minutos para promover ação das beta-glucanases sobre os beta-glucanos, que estão presentes em grande quantidade no adjunto (Priest e Stewart, 2006). A composição do trigo usado em mostos cervejeiros está apresentada na Tabela 1.

### Milho

O milho contém um teor de gordura considerado alto, de 4,6%, o que constitui um problema devido à possibilidade de rancificação,

**Tabela 1.** Composição química aproximada do trigo comparado ao malte de cevada

**Table 1.** Estimated chemical composition of wheat compared to barley malt.

Componente	Trigo (%)	Malte de cevada (%)
Água	13,5	4-6
Proteínas	12,5	10,22
Gorduras	1,9	1,65
Amido	57	50-55

Fonte: Adaptada de Reinold (1997) e Cereda (1985).

que interfere na estabilidade do paladar e na espuma da cerveja; as proteínas constituem 9,8% do grão, a água 13% e o amido, 63%. Como adjunto, deve ser desgerminado para diminuir a concentração de óleo (gritiz de milho). Em tal condição, apresenta 87-91% de substância seca, lipídeos em quantidades inferiores a 1%, sem impurezas, devendo apresentar ainda granulometria adequada, umidade menor que 13% e proteínas de 8-9% (Reinold, 1997). O gritiz de milho é obtido durante o processamento do milho por moagem a seco e, desde que observadas condições adequadas, as características sensoriais do gritiz evitam transferências de gosto e odores diferentes dos esperados no mosto cervejeiro, o que comprometeria o produto (Jorge, 2004). O gritiz de milho a um nível de 30% no extrato produz um aroma similar ao obtido em cervejas de puro malte (Priest e Stewart, 2006).

A temperatura de gelatinização para o gritiz de milho (62 a 74°C) é ligeiramente mais baixa que do gritiz de arroz (64 a 78°C). Meilgaard (1976) notou um perfil de carboidratos similar ao de um mosto de puro malte quando utilizados 20% de arroz ou 20% de gritiz de milho, apesar de níveis de sacarose e frutose declinarem quando se aumenta a quantidade de adjunto. Proteínas, peptídeos, aminoácidos livres e derivados de ácidos nucleicos diminuíram em proporção à medida que se acrescentou o adjunto.

Níveis altos de adjuntos proporcionam altos níveis de diacetil e outros componentes obtidos ao final da fermentação. Entretanto, com um processo pós-fermentativo adequado, esses níveis retornam ao normal após a maturação, ocorrendo a redução de diacetil, assim como a formação de ésteres, predomi-

nantemente acetato de etila e acetato de amila (Carvalho, 2007). Cervejas que possuem mais adjuntos podem apresentar, ainda, maior teor de álcoois superiores (Reinold, 1997). Durante o processo de maturação do sabor, os álcoois superiores não se modificam de forma significativa (Carvalho, 2007).

O amido de milho refinado é o amido mais puro utilizado em cervejarias, porém, este não se encontra tão difundido quanto o griz de milho ou arroz porque seu custo é maior. É extremamente fino e a temperatura de gelatinização é menor do que a dos griz citados, entretanto, não é suficientemente diferente para impedir o uso concomitante. Como outros adjuntos, deve ser utilizado com cuidado para evitar aderência sobre as superfícies aquecidas. Pode ser facilmente liquefeito com o mesmo processo utilizado para o arroz e aumenta o rendimento de 1 a 2% (Priest e Stewart, 2006).

### Arroz

É um dos adjuntos amiláceos mais utilizados. Segundo trabalho de Sleiman *et al.* (2010), 4,3% das cervejas Pilsen comerciais brasileiras analisadas apresentavam o cereal na composição, sendo que uma apresentava mais de 50% de arroz como fonte de carboidratos, o que não é permitido pela legislação. O arroz utilizado como adjunto cervejeiro deve possuir quantidades de água inferiores a 13%, gordura menor do que 1%, ter aparência branca, odor puro, não rançoso e ausência de impurezas com teor de extrato de 93-95% (substância seca). É utilizado em cervejas na forma de flocos de arroz (flakes), obtidos através da farinha umedecida que passa por rolos aquecidos (Reinold, 1997). Outro modo de utilização é sem a casca e seco, obtido como subproduto da moagem industrial do arroz comestível, que consiste em remover o farelo, as camadas de aleurona e o embrião sem danificar o endosperma amiláceo, resultando em grãos inteiros para consumo doméstico. No entanto, até 30% das sementes são fraturadas no processo e os pedaços são considerados esteticamente indesejáveis, sendo vendidos às cervejarias por um preço mais baixo do que os grãos inteiros. O arroz é preferido por alguns cervejeiros porque contém um teor menor de óleo comparado ao griz de milho (Priest e Stewart, 2006).

Nem todas as variedades são adequadas para a produção cervejeira. O arroz tem uma temperatura relativamente alta de gelatini-

zação e é extremamente viscoso antes de ser liquefeito. Variedades como “Nato” não são liquefeitas adequadamente, impossibilitando o bombeamento da mosturação para a filtração. Outras variedades como “California Pearl, Mochi Gomi e Cahose” se liquefazem bem se cozidas à temperatura de fervura durante 15 minutos (Priest e Stewart, 2006).

Souza *et al.* (2008) testaram o potencial enzimático de malte obtido a partir de arroz como alternativa ao malte de cevada, produzindo um mosto contendo malte de cevada, água, malte de arroz e adjunto na forma de farinha de arroz e outro contendo apenas malte de cevada e água e encontraram rendimentos de açúcares fermentescíveis equivalentes.

### Cevada sem maltear

Não deve representar mais do que 20% do total de matéria-prima, porque cervejas produzidas com o cereal não malteado apresentam menores teores de nitrogênio, o que implica perda de estabilidade da espuma. Devido à viscosidade, a filtrabilidade é dificultada e existem perdas no que se refere à estabilidade de paladar (Reinold, 1997). Porém, Curi (2006) encontrou maiores valores para retenção (estabilidade) da espuma em cervejas formuladas com malte e cevada do que naquelas elaboradas apenas com malte, provavelmente por ocorrência de menor nível de proteólise (Stewart, 1995 *in* Curi, 2006). Substâncias coloidais como polipeptídeos, glicoproteínas, peptídeos, polifenóis e dextrinas contribuem para a formação de uma espuma estável (Hardwick, 1995).

Em cervejas em que a substituição chega até 50%, devem ser empregadas enzimas comerciais e a atuação destas na mosturação exigirá a utilização de tempos e temperaturas modificados (Stewart, 1995 *in* Curi *et al.*, 2009). Entretanto, cervejas que continham 50% de malte na formulação submetidas a teste sensorial foram as menos aceitas em comparação a cervejas com substituição parcial (20 e 40%). Apesar dos graus Brix do extrato, da fermentabilidade, do pH e da acidez total não terem apresentado variações significativas, a cor apresentou grande variabilidade entre as cervejas produzidas com diferentes proporções de adjuntos e a obtida com 100% de malte, sendo que esta foi a mais aceita entre provadores (Curi *et al.*, 2009). Estudo realizado por Curi *et al.* (2008) confirma que a cevada sem maltear não deve ser utilizada como adjunto para

a produção de cerveja, uma vez que também foram encontradas interferências negativas na qualidade sensorial, provavelmente por presença de sabor áspero.

### **Mandioca**

É utilizada para a obtenção de álcool, além de diversas bebidas e alimentos tradicionais brasileiros obtidos por fermentação alcoólica. Vem se comprovando a potencialidade do uso de farinhas e féculas de mandioca como matéria-prima para fabricação de cerveja, além da possibilidade de obtenção de xarope de alta maltose, uma vez que possui alto teor de amido, além de 2 a 4% de açúcares fermentescíveis, em massa úmida (Venturini Filho e Mendes, 2004). O amido representa 82,5% de sua matéria-seca; os açúcares redutores correspondem a 0,20%, as fibras a 2,70%, as proteínas a 2,60%, a matéria-graxa a 0,30% e as cinzas a 2,40% (Venturini Filho, 2005). Os principais benefícios do uso da mandioca seriam econômicos e ecológicos, por ser uma matéria-prima de cultivo nacional e pouco poluente. A geleificação da fécula de mandioca ocorre em temperaturas menores do que para cereais, o que acarreta menor consumo energético. Porém, durante a sacarificação geram-se vários açúcares infermentescíveis (Venturini Filho e Mendes, 2004).

### **Enzimas amilolíticas**

As enzimas amilolíticas produzidas por fungos e bactérias mostram-se como alternativas quando se utilizam adjuntos amiláceos sem maltear em grandes quantidades, podendo ser empregadas em sinergismo.

Das enzimas envolvidas na sacarificação do amido, as  $\alpha$ -amilases atacam as regiões mais ramificadas e protegidas da amilopectina, com formação de dextrinas que são polisacarídeos que possuem menor peso molecular. As  $\beta$ -amilases principiam sua ação sobre a extremidade não redutora do amido, liberando unidades de maltose, o que aumenta o poder redutor da solução inicial. São conhecidas como amilases sacarificantes, uma vez que maltoses são facilmente fermentáveis. As unidades de maltose podem ainda ser hidrolisadas por maltase, com formação de unidades de D-glucose (Bobbio e Bobbio, 1992). A velocidade da hidrólise depende da geometria da cadeia, sendo influenciada pela presença de ramificações. Sabe-se que as ligações  $\alpha$ -1,4, em cadeias lineares, são hidrolisadas mais fa-

cilmente que as  $\alpha$ -1,6, que dão origem às ramificações; contudo, a hidrólise de oligossacarídeos ramificados ocorre de forma mais rápida que a de maltose e maltotriose (Novo, 1995 *in* Leonel e Cabello, 2001). As enzimas do malte de cevada são capazes de fermentar até 50% de adjunto amiláceo adicionado, além do amido presente no próprio grão de malte (Venturini Filho, 2005). Porém, pode ser necessária a suplementação com enzimas comerciais quando o percentual de adjuntos ultrapassar 25%. A Tabela 2 mostra as enzimas envolvidas na degradação do amido.

Enzimas desramificantes como pululanase e isoamilase utilizadas juntamente com as sacarificantes são capazes de hidrolisar o amido em sua totalidade em açúcares fermentescíveis, aumentando o teor de álcool (Venturini Filho e Mendes, 2004).

### **Xaropes e adjuntos açucarados em pó**

Segundo Bradee (1997 *in* Sleiman e Venturini Filho, 2004), substituir milho e arroz por xarope de maltose simplifica o processo, uma vez que o xarope não necessita sofrer processo de sacarificação, além de possibilitar obter cervejas mais uniformes, conferir coloração e ainda produzir mais corpo e sabor (Reinold, 1997). Por ser um produto líquido, aumenta o rendimento na extração do malte durante a filtração, porque ocorre uma menor concentração de sólidos na tina utilizada para filtrar o mosto (Jorge, 2004). A utilização de adjuntos sob a forma de xaropes se dá diretamente na etapa de fervura do mosto, eliminando uma série de processos. Nestes mostos, o tempo necessário para a filtração é reduzido (Melkinov, 2007).

Dos açúcares utilizados como substrato às leveduras, pode-se citar a sacarose, açúcar invertido, glicose, maltose, açúcar de amido contendo dextrinas e corantes à base de açúcar. O açúcar invertido apresenta a capacidade de ser totalmente fermentado, por não apresentar dextrinas; já a glicose comercializada pode ou não apresentar essa característica, dependendo se está ou não na forma pura (Reinold, 1997). O uso de adjuntos não malteados se impõe atualmente por razões econômicas, mas também por conferirem características especiais ao produto final (Varnam e Sutherland, 1997).

Em estudo realizado por Sleiman e Venturini Filho (2004), produziram-se cervejas de baixa fermentação onde as fontes de carboidratos fermentescíveis foram extrato de malte em pó, extrato de malte sob a forma de xarope e malte

**Tabela 2.** Enzimas envolvidas na degradação do amido.**Table 2.** Enzymes involved in the starch degradation.

Classe de enzimas	Atividade	Exemplos
Endoamilases	Hidrólise de ligações glicosídicas $\alpha$ - 1,4, presentes na parede interna das cadeias de amilose e amilopectina	$\alpha$ - amilase
Exoamilases	Hidrólise de resíduos externos de glicose da amilose e amilopectina, produzindo glicose ou maltose e dextrinas	$\beta$ - amilase, que age sobre os resíduos ligados em $\alpha$ - 1,4; glicoamilase e $\alpha$ - glicosidase, que agem em ligações $\alpha$ - 1,4 e $\alpha$ - 1,6
Desramificantes	Hidrólise exclusiva de ligações $\alpha$ - 1,6 Hidrólise de ligações $\alpha$ - 1,4 e $\alpha$ - 1,6	Isoamilase, pululanase tipo I  Amilopululanase  Pululanases tem capacidade de hidrolisar polissacarídeos com unidades repetidas de maltotriose ligadas em $\alpha$ - 1,6
Transferases	Quebram ligações glicosídicas $\alpha$ - 1,4, transferindo parte do doador para acceptor glicosídico	Amilomaltases e ciclodextrina glicosiltransferases, que formam nova ligação $\alpha$ - 1,4

Fonte: Py-Daniel (2010).

do tipo Cristal, individualmente e acompanhados de adjunto açucarado em pó, à base de maltose, com o objetivo de compará-las nos aspectos físico-químicos e sensoriais. Foi observado que o adjunto apresentava teores menores de dextrinas que o xarope e o extrato de malte em pó, porém, o teor de maltotriose, que é um açúcar fermentescível, era mais elevado. Os mostos que não apresentaram adição de adjunto apresentaram maior intensidade de cor por conterem açúcares caramelizáveis. Os valores de acidez também foram maiores do que no mosto produzido apenas com malte de cevada. A acidez do meio pode inibir o desenvolvimento de microrganismos e aumentar o rendimento de etanol, entretanto, para que a acidez seja considerada benéfica, é necessário que não iniba a atuação das leveduras (Aquarone *et al.*, 2001). A fermentabilidade não sofreu modificação com a adição do adjunto no malte e no extrato de malte em pó, com concentrações de álcool semelhantes. Já a concentração de álcool no extrato de malte sob a forma de xarope sofreu um acréscimo considerável quando utilizado o adjunto, uma vez que este mosto foi o que apresentou o menor teor alcóolico e a menor fermentabilidade (Sleiman e Venturini Filho, 2004).

Venturini Filho e Cereda (1998) pesquisaram a utilização de mandioca para a produção de xarope de alta maltose, como substituta do milho, com a ressalva de que a raiz possui elevado teor de umidade (60-65%), o que limita o seu tempo de armazenagem. Os hidrolisados foram obtidos por hidrólise enzimática (alfa amilase bacteriana e alfa amilase fúngica) e foram adicionados a mostos de malte na proporção de 1:2. Concluíram que não houve alterações entre as características químicas, físico-química e sensorial das cervejas produzidas, sendo possível que se substitua o milho pela mandioca. O xarope de alta maltose é o mais utilizado pela indústria cervejeira nacional, pois sua composição de açúcares é semelhante à obtida em cervejas com 100% de malte e a fermentabilidade é equivalente às cervejas que utilizam griz de milho ou arroz (Sleiman e Venturini Filho, 2008). Entretanto, Melnikov (2007) encontrou uma quantidade menor de nitrogênio livre (que inclui aminoácidos e amônia) em mosto elaborado com presença de 26% de adjunto com alto teor de maltose obtido a partir de milho do que quando empregou-se malte puro. A levedura *Saccharomyces cerevisiae* utiliza o nitrogênio na forma de amô-

nia, uréia ou aminoácidos para a sua nutrição (Aquarone *et al.*, 2001).

Santos (2005) destaca que adjuntos açucarados (maltose, cana) se mostraram mais eficientes durante a produção de cerveja do que os amiláceos, pois sob as mesmas condições de mosturação e composição do mosto (30% de adjunto e 70% de malte de cevada) obtiveram maiores valores de extrato no mosto primário (faixa de 22º Brix para adjuntos açucarados e 16,5º Brix para os amiláceos), mosto após filtração (faixa de 16º Brix para adjuntos açucarados e 9º Brix para os amiláceos) e rendimento da mosturação. Entretanto, todos os adjuntos demonstraram viabilidade tecnológica para a produção durante o estudo.

Uma nova técnica para produzir cerveja, chamada de processo de alta densidade, é mais eficaz quando se utilizam adjuntos sob a forma líquida (principalmente xarope de milho com teores de maltose superior a 50% do extrato fermentescível, pois pode ser adicionado em qualquer nível do processo sem alterar o perfil de carboidratos do mosto), que evitam cargas excessivas nas tinas de mosturação e filtração, já que são adicionados em etapa posterior. O cervejeiro é responsável pela definição da quantidade de cada componente na proporção malte/adjunto, porém, abusos de adjuntos podem resultar em mostos nutricionalmente pobres para a fermentação, relacionados à falta de nitrogênio no meio, como também de elevada viscosidade. As maiores vantagens desse processo constituem-se na qualidade e na produtividade da bebida elaborada, uma vez que são elaboradas com mostos de concentrações de açúcares maiores que sofrem posterior diluição (Venturini Filho, 2005).

## Conclusão

O emprego de adjuntos é uma alternativa viável para a diminuição de custos de cervejarias e a complementação de carboidratos do malte de cevada, desde que não se ultrapassem as quantidades máximas estabelecidas. Das matérias-amiláceas revisadas, a única que não oferece uso potencial em maior escala é a cevada sem maltear, porque estudos apontaram que esse adjunto desenvolve propriedades sensoriais indesejáveis à cerveja. O griz de milho, o arroz e o trigo apresentam benefícios quando utilizados adequadamente e produtos de cultivo nacional, como a mandioca, podem começar a ser utilizados, especialmente para produção de xaropes de alto teor de maltose.

Já as matérias-primas açucaradas tem a grande vantagem de não precisarem sofrer processo enzimático. A menor energia requerida para a produção representa um incentivo ao seu uso, além do fato de a bebida produzida não apresentar diferenças significativas em comparação àquelas obtidas com 100% de malte.

## Referências

- AQUARONE, E.; LIMA, U.A.; SCHMIDELL, W. 2001. *Biotechnologia Industrial: Processos Fermentativos e Enzimáticos*, vol. 3. São Paulo, Edgard Blücher, 593 p.
- BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P.A. 1992. *Introdução à Química de Alimentos*. São Paulo, Livraria Varela, 223 p.
- BRASIL. 2009. Ministério da Agricultura, pecuária e Abastecimento. Decreto Nº 6871, de 04 de junho de 2009. Diário Oficial da União, Brasília 05/06/2009. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=20271>. Acesso em: 03/11/2009.
- CARVALHO, L.G. 2007. *Dossiê Técnico: Produção de Cerveja*. Rio de Janeiro, REDETEC Rede Tecnológica do Rio de Janeiro, 54 p.
- CEREDA, M.P. 1985. Cervejas. In: E. AQUARONE; U.A. LIMA; W. BORZANI, *Biotechnologia: Alimentos e bebidas produzidos por fermentação*. São Paulo, Edgard Blücher, vol. 5, p. 44-78.
- CURI, R.A. 2006. *Produção de cerveja utilizando cevada como adjunto de malte*. Botucatu, SP. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, 136 p.
- CURI, R.A.; VENTURINI FILHO, W.G.; DUCATTI, C.; NOJIMOTO, T. 2008. Produção de cerveja utilizando cevada e maltose de milho como adjunto de malte: análises físico-química, sensorial e isotópica. *Brazilian Journal of Food Technology*, 11(4):279-287.
- CURI, R.A.; VENTURINI FILHO; W.G.; NOJIMOTO, T. 2009. Produção de cerveja utilizando cevada como adjunto de malte: análise físico-química e sensorial. *Brazilian Journal of Food Technology*, 12(2):106-112.
- DOSSIÊ ENZIMAS. 2011. A evolução das enzimas coagulantes. *Food Ingredients Brasil*, 16(1):38-42.
- EMBRAPA. 2009. Disponível em <http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2009/abril/2a-semana/reuniao-de-cevada-avalia-safra-na-america-latina/?searchterm=cevada>. Acesso em: 19/11/2009.
- EVANGELISTA, A.F.; BIAZUS, J.P.M.; SANTANA, J.C.C.; JORDÃO, E.; SOUZA, R.R. 2005. Produção e estudo do potencial de hidrólise de uma nova fonte de enzimas amilolíticas a partir do malte de milho (*Zea mays*). *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 17(1):1-14.
- HARDWICK, W.A. 1995. *Handbook of brewing*. New York, Dekker, 713 p.
- HOUGH, J.S. 1990. *Biotechnologia de la Cerveja y de la Malta*. Zaragoza, Editorial Acribia S.A., 194 p.

- JORGE, E.P.M. 2004. *Processamento de cerveja sem álcool*. Goiânia, GO. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Católica de Goiás, 73 p.
- LEONEL, M.; CABELLO, C. 2001. Hidrólise Enzimática do Farelo de Mandioca: Glicose e Álcool. In: M.P. CEREDA (coord.), *Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca*. São Paulo, Fundação Cargill, p. 280-290.
- LU, J.; LI, Y. 2006. Effects of arabinoxylan solubilization on wort viscosity and filtration when mashing with grist containing wheat and wheat malt. *Food Chemistry*, **98**(1):164-170.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.05.060>
- MEILGAARD, M.C. 1976. Wort composition: with special reference to the use of adjuncts. *Technical Quarterly Master Brewers Association of the Americas*, **13**(2):78-90.
- MELNIKOV, G.M.D. 2007. *Fermentação Primária para produção de cervejas de altas densidades por processo contínuo utilizando leveduras imobilizadas em bagaço de malte*. São Paulo, SP. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 143 p.
- PERPETE, P.; COLLIN, S. 2000. How to improve the enzymatic worty flavor reduction in a cold contact fermentation. *Food Chemistry*, **70**(4):457-462.  
[http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146\(00\)00111-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146(00)00111-4)
- PRIEST, F.G.; STEWART, G.G. 2006. *Handbook of Brewing*. New York, Taylor & Francis Group, 829 p.
- PY-DANIEL, K.R. 2010. *Atividades amilolíticas identificadas em bibliotecas metagenômicas da microbiota do solo do cerrado*, Brasília, DF. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, 101 p.
- REINOLD, M.R. 1997. *Manual Prático de Cervejaria*. São Paulo, Aden Editora, 103 p.
- SANTOS, I.J. 2005. *Cinética de fermentações e estudo de metabólitos e enzimas intracelulares envolvidas na fermentação alcoólica cervejeira conduzidas com leveduras de alta e baixa fermentação em diferentes composições de mosto*. Viçosa, MG. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, 139 p.
- SLEIMAN, M.; VENTURINI FILHO, W.G.; DUCATTI, C.; NOJIMOTO, T. 2008. Utilização de isótopos estáveis do carbono e do nitrogênio para determinar o percentual de malte em cervejas tipo Pilsen. *Brazilian Journal of Food Technology*, **11**(2):95-102.
- SLEIMAN, M.; VENTURINI FILHO, W.G. 2004. Utilização de extratos de malte na fabricação de cerveja: Avaliação físico-química e sensorial. *Brazilian Journal of Food Technology*, **7**(2):145-153.
- SLEIMAN, M.; VENTURINI FILHO, W.G. 2008. Relação entre percentual de malte e preço em cervejas tipo pilsen. *Botucatu*, **23**(1):98-108.
- SLEIMAN, M.; VENTURINI FILHO, W.G.; DUCATTI, C.; NOJIMOTO, T. 2010. Determinação do percentual de malte e adjuntos em cervejas comerciais brasileiras através de análise isotópica. *Ciência e agrotecnologia*, **34**(1):163-172.  
<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542010000100021>
- SOUZA, J.L.L.; SANTOS, M.A.Z.; ANTUNES, P.L.; DIAS, A.R.G.; SCHIRMER, M.A. 2008. Mosturação para cerveja com malte e farinha de arroz associados ao malte de cevada. In: 17º CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E 10º ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO. Anais... Pelotas, Universidade Federal de Pelotas, CA00659. [CD-ROM].
- VARNAM, A.H.; SUTHERLAND, J.P. 1997. *Bebidas: Tecnología, Química e Microbiología*. Zaragoza, Editorial Acribia S.A., 487 p. (Série Alimentos Básicos 2).
- VENTURINI FILHO, W.G. 2005. *Tecnologia de Bebidas: Matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, Legislação, Mercado*. São Paulo, Edgard Blücher, 550 p.
- VENTURINI FILHO, W.G.; CEREDA, M.P. 1998. Hidrolisado de fécula de mandioca como adjunto de malte na fabricação de cerveja: avaliação química e sensorial. *Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, **18**(2):156-161.
- VENTURINI FILHO, W.G.; MENDES, B.P. 2004. Fermentação alcoólica de raízes tropicais. In: M.P. CEREDA; O.F. VILPOUX (org.), *Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas latino americanas*. São Paulo, Fundação Cargill, p. 530-537.

Submetido: 06/11/2011  
Aceito: 10/03/2013