

“

Processamento da cevada para produção de malte: parâmetros de qualidade

▮ Eloíza **Muzzolon**
UTFPR

▮ Janaína **Melati**
UTFPR

▮ Luciano **Lucchetta**
UTFPR

▮ Claudia Eugenia Castro **Bravo**
UTFPR

▮ Ivane Benedetti **Tonial**
UTFPR

RESUMO

O processo de produção do malte cervejeiro, se dá em três etapas distintas: a maceração, a germinação e a secagem. A maceração é a primeira etapa do processo e consiste em hidratar o grão de cevada até que atinja entre 35 a 45% de umidade. Na etapa de Germinação ocorre a formação de pequenas raízes (radículas) que se formam e aumentam de tamanho conforme o grão se desenvolve. Na terceira e última etapa, cessa a germinação e após a secagem as raízes desenvolvidas na germinação são removidas. Uma vez obtido o malte, este passa por avaliações que venham comprovar sua qualidade, entre as análises frequentemente utilizadas cita-se: a classificação que leva em consideração o tamanho dos grãos; a friabilidade, que avalia a capacidade de se tornarem quebradiços; FAN (*Free amino nitrogen*) que determina a parcela nitrogenada de baixo peso molecular; β -glucanas que representam as fibras das paredes celulares da cevada; o poder diastásico que mede a atividade enzimática do grão e o *Steeping index* que mede a hidratação dos grãos durante o processo de germinação. O levantamento bibliográfico foi realizado com buscas em livros, artigos, trabalhos de conclusão de cursos, dissertações, teses e órgão governamentais referentes ao tema em questão e os resultados estão apresentados na forma de uma revisão bibliográfica neste artigo.

Palavras-chave: Cevada, Malteação, Malte.

INTRODUÇÃO

Mundialmente, a cevada é o quinto cereal em nível de importância econômica, e tem seu principal uso na indústria cervejeira. O mercado brasileiro não consegue suprir a demanda interna de cevada, implicando na necessidade de importação, geralmente da Argentina e do Uruguai (DE MORI e MINELLA, 2012).

As cevadas, para que possam ser consideradas padrão cervejeiro, devem atender o estabelecido pela Portaria nº 691 de 22 de novembro de 1996 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil – MAPA (BRASIL, 1996), apresentando os seguintes requisitos de qualidade: umidade máxima de 13,0%, proteína máxima 12,0%, poder germinativo mínimo de 95,0%, matérias estranhas e impurezas máximo de 3,0% e grãos avariados máximo de 5,0%.

A produção industrial de malte se dá pelo processo de malteação que ocorre em três etapas: a maceração, a germinação e a secagem. A primeira etapa, maceração, tem como objetivo a umidificação dos grãos que posteriormente passarão para a etapa de germinação. A maceração consiste em imergir a cevada em água com objetivo de fornecer água ao embrião para que sua umidade seja aumentada de 35,0 a 45,0% para iniciar a germinação (IFBM, 2014).

A etapa de germinação inicia-se após a maceração, onde, o embrião utiliza amido como fonte de alimento. Para utilizar o amido como fonte de energia, se faz necessário à atuação de algumas enzimas específicas (amilolíticas) (KUNZE, 2006; IFBM, 2014). Neste processo, as enzimas dão origem as alterações na camada do endosperma. Assim, a hidratação do grão, na etapa de maceração, é importante para fornecer água para a síntese destas enzimas (SANTOS; SANTOS; SILVA, 2010).

Na sequência as enzimas agem para solubilizar e desagregar o tecido multicelular do endosperma, destruindo a matriz proteica dos grânulos de amido, tornando-os menos duros e mais solúveis, e no interior do grão, se formarão enzimas que são fundamentais para o processo de fabricação de cerveja (IFBM, 2014). Posteriormente a estas duas etapas, ocorre a secagem, que é responsável por encerrar os processos químicos e biológicos, formando aroma, sabor e cor característica do malte (SANTOS; SANTOS; SILVA, 2010; PORTO, 2011).

Os parâmetros geralmente avaliados na qualidade do malte cervejeiro são: determinar dos tamanhos dos grãos; a friabilidade ou a quantidade de grãos que sofreram modificações; umidade; quantidade de proteína; extrato que determina o potencial de malte que fornece açúcares fermentescíveis e alguns compostos nitrogenados; *free amino nitrogen* (FAN); betas glucanas e o poder diastásico sendo este o parâmetro que mede a atividade de α -amilase e β -amilases (KUNZE, 2006). A avaliação e acompanhamento do *steeping index*

e do grau de maceração são importantes para a qualidade do malte, pois com as análises destes parâmetros é possível identificar falhas no processamento (ZSCHOERPER, 2009).

Dada a importância deste cereal e sua indústria cervejeira, este estudo buscou levantar as principais informações técnico-científicas relacionadas a produção e avaliação de malte cervejeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo trata-se de uma revisão literária relacionada a produção e qualidade do malte cervejeiro. Foi desenvolvido e baseado em busca e análise de literatura relacionada ao tema, divulgados na forma de livros, trabalhos de conclusão de curso, dissertações, teses, artigos científicos impressos e online e documentos legais, como normas e legislação. Para tanto, consultou-se bancos de dados da SCIELO, (*Scientific Electronic Library Online*), Google, Google Acadêmico, Porta Periódico da CAPES pelo acesso CAFÉ, sites da EMBRAPA e sites de órgãos governamentais como o MAPA (Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento). Os descritores utilizados para a pesquisa bibliográfica foram: cevada, malte, qualidade do malte, *steepin index*. A temática do estudo divide-se nos seguintes tópicos: Cevada; Grão da cevada; Processo de malteação; Maceração; Germinação; Secagem, e Qualidade do malte.

RESULTADOS

Cevada

A cevada é uma gramínea cuja utilização remonta desde o Egito Antigo (6000 – 5000 a.C), mas foram os gregos e romanos que a utilizaram na produção de pão (TAKEITI, 2021). É o quinto grão em ordem de importância mundial após arroz, milho, trigo e soja. A produção deste cereal está concentrada nas regiões temperadas da Europa, Ásia e América do Norte com produção de 132,58 milhões de toneladas (De MORI e MINELLA, 2012; FONTANA et al., 2016). No ano de 2018 a produção mundial de cevada ficou em torno de 141 milhões de toneladas e o Brasil participou com 330 mil toneladas (FAOSTAT, 2020), correspondendo a menos de 0,25% de produção mundial.

No Brasil, a cevada é produzida desde 1930 em escala comercial como uma cultura de inverno e se dá principalmente na região sul, devido as condições climáticas favoráveis, especialmente em regiões com alta luminosidade, baixa umidade relativa do ar e temperaturas amenas (AGOSTINETTO, 2011; GERON et al., 2013). Seu cultivo em escala comercial se

destina principalmente para a produção de malte (90%), destinado a produção de cerveja (FERREIRA, 2015).

As cevadas cultiváveis pertencem ao gênero *Hordeum vulgare*, as quais apresentam duas principais subespécies, as chamadas de cevadas de seis fileiras (hexásticas) e duas fileiras (dísticas) (BOROWSKI, 2012; MINELLA, 2013), são herbáceas de 60 a 110 centímetros de altura e sua cultura é anual (FERREIRA, 2015). Pode ser empregada tanto na alimentação humana, incluindo alimentação infantil, quanto na alimentação animal. Seu grão pode ser utilizado para produção de cervejas e destilados, como também pode fazer parte da composição de farinhas ou flocos, além de medicamentos e produtos dietéticos (De MORI e MINELLA, 2012; TAKEITI, 2021).

O grão da cevada está entre os três carboidratos mais equilibrados, juntamente com a batata e o arroz (KRUKLIS, 2019), por apresentar em sua composição quantidades consideráveis de vitaminas A, B, C e K (CARNEIRO, 2010; MAHAM e SCOTT-STUMP, 2012), tocoferóis podendo atuar como antioxidante (FREITAS, 2006) e β -glucana tem sido citada como sendo funcional, contribuindo na resposta imunológica (MAGNANI e CASTRO-GOMEZ, 2008) e redução dos índices das lipoproteínas de baixa densidade (LDL), além de controle da glicemia (ZIMMERMANN, 2010; SHARMA et al., 2011; SAYD, 2014).

O comércio internacional de cevada é de aproximadamente 16,0 milhões de toneladas e sendo os principais países exportadores a Ucrânia com 26,3% do mercado, Austrália com 22,0%, União Europeia com 17,7%, Rússia com 11,1% e Argentina com 7,1% e estes detêm aproximadamente 70,0% do mercado mundial de cevada. Mas os maiores importadores mundiais são Arábia Saudita com 42,6%, China com 9,9%, Japão com 8,0%, Irã com 4,7% e Síria com 3,4% (De MORI e MINELLA, 2012).

O mercado brasileiro no ano de 2020 produziu 340.274 toneladas de cevada, sendo que 327.534 toneladas foram produzidas na região Sul (IBGE, 2021). A cevada cultivada no Brasil pode ser caracterizada como um mercado especializado, voltado para o segmento de cevada para malteação, com forte integração entre produtores e agroindústria de transformação (maltaria/ervejaria) (De MORI e MINELLA, 2012). No entanto, o total de cevada cultivada no Brasil é insuficiente e não sustenta o consumo interno, havendo necessidade de importação deste cereal da Argentina e o Uruguai para atender a demanda das indústrias produtoras de malte (De MORI e MINELLA, 2012; KRUKLIS, 2019).

A legislação brasileira estabelece através da Norma de Identidade e Qualidade de Cevada para comercialização interna (BRASIL, 1996), critérios que definem os padrões de qualidade da cevada para produção de malte, a cevada cervejeira. Esta norma define, além disso, procedimentos e instrumentos de coleta de amostras, responsabilidades, limites de tolerância e métodos de análise.

Esta legislação, por meio da Portaria nº 691 de 22 de novembro de 1996, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil (MAPA), a cevada cervejeira deve atender aos seguintes requisitos de qualidade: umidade máxima de 13,0%, proteína máxima 12,0%, poder germinativo mínimo de 95,0%, matérias estranhas e impurezas máximo de 3,0% e grãos avariados máximo 5,0% (BRASIL, 1996).

Os grãos de cevada, no entanto, devem passar pelo processo de malteação antes de serem utilizados na produção de cerveja, os quais devem ainda, apresentar em sua composição alto teor de amido e enzimas, bem como aroma e sabor característicos (SAVIN e AGUINAGA, 2011; FERREIRA, 2015).

Grão de Cevada

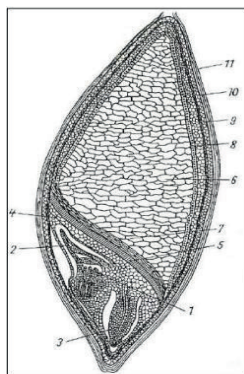
A cevada é composta de uma única semente de forma alongada constituída por casca, pericarpo, endosperma e gérmen. A casca é formada essencialmente por celulose e tem a função de proteger o grão e regular a absorção de água durante a germinação (YALÇIN et al., 2007). Abaixo da casca há o pericarpo composto por fibras, minerais e vitaminas do complexo B, logo abaixo do pericarpo encontra-se a testa, camada semipermeável que protege o gérmen da ação de microrganismos (ZSCHOERPER, 2009).

Após a malteação da cevada, a casca permanece no grão de malte e serve como meio filtrante do mosto cervejeiro (TROMMER, 2014). Das partes do grão de cevada, o endosperma é a principal reserva de nutrientes e é formado por células que contém os grânulos de amido. A riqueza de polissacarídeos do endosperma da cevada disponível através do malte é a fonte de substrato necessário para a conversão de açúcares em álcool no processo de fermentação da cerveja (BRENNAN e CLEARY, 2005; NOVACK, 2010).

A camada de aleurona que rodeia o endosperma é formada por células ricas em proteínas, nesta camada ocorrem a formação e a liberação das enzimas responsáveis pela degradação do endosperma durante a malteação, o grão de cevada é composto pelas seguintes partes: a acróspora, o escutelo, as radículas e o epitélio formado por células que nutrem o embrião com o endosperma (KUNZE, 2006).

A Figura 1 representa o corte longitudinal do grão da cevada, onde pode-se observar as partes do grão de cevada: a acrospira, o escutelo, as radículas e o epitélio formado por células que nutrem o embrião com o endosperma (KUNZE, 2006).

Figura 1. Corte longitudinal do grão de cevada: 1 gérmen, 2 acrospira, 3 radícula, 4 escutelo, 5 epitélio, 6 endosperma, 7 células vazias, 8 camada de aleurona, 9 testa, 10 pericarpo, 11 casca.



Fonte: Kunze (2006).

O grão de cevada apresenta o amido seu maior constituinte e sua utilização sem o processamento (malteação) é considerada inadequada para elaboração de cerveja, devido à falta de enzimas e também, a falta de friabilidade, o que dificulta sua moagem produzindo um extrato viscoso deficiente em aminoácidos, sem cor e sem sabor, características estas essenciais para a produção de cerveja (LEWIS e YOUNG, 2001).

Processo de malteação

A cevada é considerada a principal matéria prima para a indústria cervejeira (DE MORI e MINELLA, 2012), no entanto, para que possa ser utilizada, precisa ser processada, pelo processo de malteação, para que seu sistema enzimático possa transformar o amido, em açúcares fermentáveis, os quais são necessários para a produção da cerveja (KUNZE, 2006).

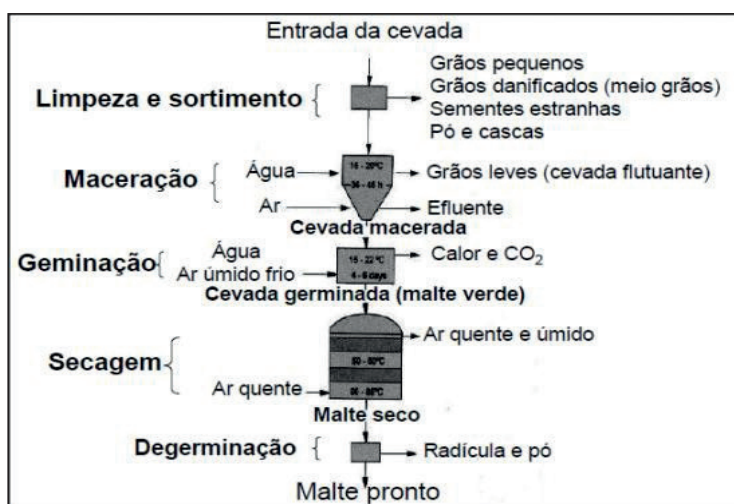
Neste sentido, o principal objetivo do processo de malteação é diminuir as β -glucanas presentes nas paredes celulares e, também, diminuir algumas proteínas insolúveis que dificultam o acesso das enzimas aos grânulos de amido (HUGHES e BAXTER, 2001).

No processo de malteação, ocorre, então, a produção e ativação de enzimas capazes de quebrar as cadeias de amidos e proteínas do grão, fornecendo substrato solúvel e aminoácidos, os quais são indispensáveis para a posterior produção de cerveja (TANCREDO, 2015) que contempla três etapas distintas, a Maceração, a Germinação e a Secagem (KUNZE, 2006; PINHEIRO, 2016). No entanto, de acordo com Porto (2011), previamente a este processo, torna-se necessário o conhecimento da matéria prima a ser utilizada na produção do malte, para isso realizam-se avaliações de qualidade, como a capacidade germinativa e a classificação dos grãos da cevada.

A qualidade de uma cerveja depende diretamente deste processo, uma vez que o aroma, o sabor e a cor dependem da qualidade do malte (DRAGONE e SILVA, 2010; SAVIN e AGUINAGA, 2011).

Na etapa de maceração o grão obtém teor de água necessário para dar início à ativação do metabolismo; na germinação, ocorre o enriquecimento enzimático, aliado às transformações das substâncias de reserva; já no processo de secagem todos os processos químico-biológicos encerram-se e, então, produz-se o sabor, o aroma e a cor característica do malte (KUNZE, 2006; PORTO, 2011). E assim ocorrem as transformações bioquímicas de modificação do grão na etapa de germinação, pois, nesta etapa acontece a absorção de água, com indução do metabolismo do grão de cevada para formar enzimas como as glucanases, amilases, parte das hemicelulases e proteases (KUNTZ e BAMFORTH, 2007). A Figura 2 representa de forma resumida as etapas do processo de malteação.

Figura 2. Fluxograma do processo de malteação.



Fonte: Nohel, (2016).

Desta forma, o processo de malteação, de acordo com Tancredo (2015), torna-se necessário uma vez que ocorre a produção e ativação de enzimas capazes de quebrar as cadeias de amidos e proteínas do grão, fornecendo substrato solúvel e aminoácidos, que são considerados indispensáveis para produção da cerveja.

Maceração

O processo de malteação de cevada inicia-se com a maceração que tem por objetivo iniciar o processo de umidificação dos grãos, com a retirada do estado de dormência das sementes, elevando o percentual de umidade entre 35 a 45%, além do fornecimento de oxigênio (O₂) visando suprir a necessidade dos grãos e estimular o desenvolvimento do embrião (PORTO, 2011; IFBM, 2014; PINHEIRO, 2016), para posteriormente germinar.

Esta etapa é realizada em um curto espaço de tempo em ambientes criados artificialmente e se fornece água necessária para o embrião começar a se desenvolver através da ativação enzimática (GUPTA, 2010).

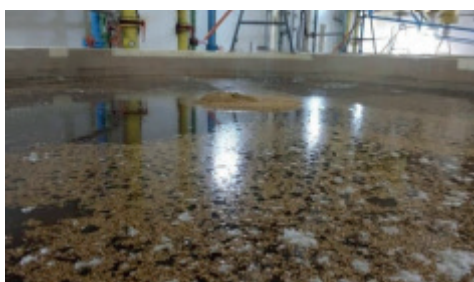
A etapa de maceração é realizada intercalando-se períodos onde os grãos (Figura 3) ficam totalmente imergidos em água (Fase 1 - Figura 4) e outros em que o grão fica em períodos secos (Fase 2 - Figura 5) que também são necessários para homogeneizar a umidade por todo o grão (PINHEIRO, 2016). A realização destas duas fases (úmida e seca) é realizada baseada em estudos que comprovam que a absorção pelos grãos será maior do que se fosse realizada apenas em fase úmida (KUNZE, 2006; IFBM, 2014).

Figura 3 - Cevada antes de iniciar a maceração.



Fonte: Autores

Figura 4: Maceração úmida - Fase 1



Fonte: Autores

Figura 5: Maceração seca – Fase 2



Fonte: Autores

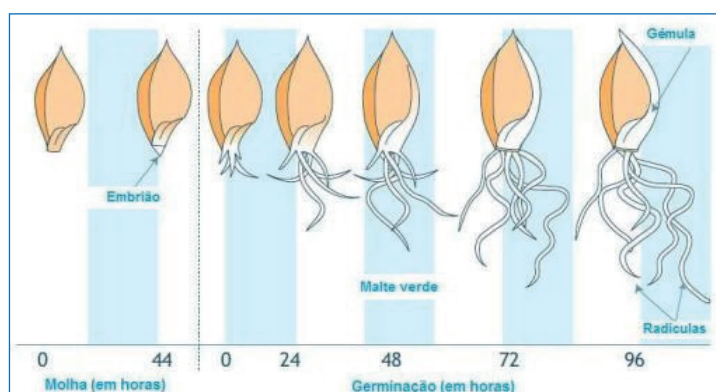
Ao encerrar a etapa de maceração estima-se o grau de maceração da cevada, isto é, o conteúdo de umidade do grão, determinado gravimetricamente e seu valor deve estar entre 38,0 e 42,0%. Esta análise é importante para o desenvolvimento do grão nas etapas seguintes do processo de malteação (KUNZE, 2006).

O tempo de maceração também é determinante para a absorção de água pelo grão, sendo que quanto mais próximo do grau de saturação do grão, mais lento é o processo de absorção (TSCHOPE e NOHEL, 1999).

Germinação

Após a maceração inicia-se o período de germinação, sob condições controladas de temperatura (16 a 25 °C) (ZSCHOERPER, 2009), umidade (44 a 46 %) (TSCHOPE, 1999) e aeração (PORTO, 2011; GORZOLKA et al., 2012). Nesta etapa do processo ocorre a formação das radículas (Figuras 7 e 8), que vão se formando e crescendo juntamente com o desenvolvimento do grão, as quais são retiradas após o processo de secagem do malte (TSCHOPE, 1999). A Figura 6 mostra a formação e desenvolvimento de radículas no grão de cevada.

Figura 6. Formação e desenvolvimento de radículas no grão de cevada.



Fonte: Fernandes (2014).

Inicialmente o embrião utiliza suas reservas, na forma de amido, como fonte de alimento, pois o grão não possui clorofila, e para que consiga utilizar como fonte energética faz-se necessária a atuação enzimática, para que certas substâncias atuem no grão (PINTO, 2013).

Na germinação artificial, as caixas onde ocorre a germinação devem possuir um sistema de respiração, sendo seu fundo construído com entradas de ar, e para que a respiração dos grãos seja uniforme faz-se o uso de revolvedoras que consistem de hélices que rotam em direções opostas fazendo com que os grãos se movimentem dentro da caixa (KUNZE, 2006; IFBM, 2014).

O processo de germinação ocorre quando as enzimas amilolíticas, que são secretadas pela camada do aleuroma originam as alterações na camada do endosperma e envolvem o corpo farinhoso e o embrião (NOHEL, 2016). Ou seja, a hidratação do grão, na etapa de maceração, é importante, para fornecer suprimento de água para a aleurona para que ela

possa sintetizar as enzimas necessárias e para que possam migrar através do complexo multicelular do endosperma (SANTOS; SANTOS; SILVA, 2010).

Na sequência o complexo enzimático vai agir para solubilizar e desagregar o tecido multicelular do endosperma, destruindo a matriz proteica e dos grânulos de amido. Nesta fase, o amido do grão vai se apresentar em cadeias menores que na cevada, tornando-se menos duro e mais solúvel, e conseqüentemente no interior do grão, formam-se enzimas que são fundamentais para o processo de fabricação de cerveja (IFBM, 2014).

No processo de germinação aplica-se o ácido giberélico que é um fitohormônio, pertencente ao grupo das giberilinas. Estes fitohormônios estão presentes naturalmente nos grãos e provocam feitos de crescimento (KUNZE, 2006).

O grão de cevada em contato com a solução de ácido giberélico aumenta a produção de enzimas hidrolíticas aumentando, conseqüentemente, a velocidade de germinação e também a atividade da alfa amilases, reduzindo, com isso, o tempo de germinação (KUNZE, 2006; O'BRIEN, 2010). As Figuras 7 e 8 mostram os grãos de cevada germinados.

Figura 7. Germinação dos grãos de cevada.



Fonte: Autores

Figura 8. Grãos de cevada germinados (malte verde).



Fonte: Autores

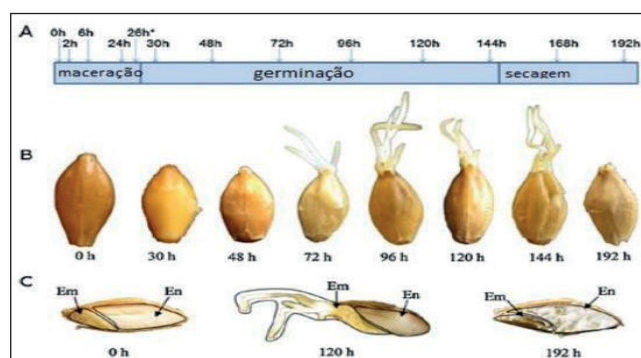
Secagem

Na etapa de secagem, o processo de germinação é cessado e o grão se torna estável e possível de armazenamento (LEMOS, 2017). A secagem, se dá através de uma rampa de

aquecimento (50 – 85 °C) (LEWIS e YOUNG, 1995), inicialmente com temperaturas amenas, aumentando cineticamente podendo ultrapassar 100 °C (TELES, 2007). O tempo de secagem se estende até que os grãos atinjam valores próximos de 10% de umidade (GORZOLKA et al., 2012). Esta é a última etapa do processo de malteação que é utilizada com o objetivo de conservar a atividade enzimática do grão, reduzir e evitar contaminações microbiológicas, eliminar o sabor “verde” e incorporar sabores característicos do grão de cevada (TELES, 2007). As Câmaras de secagem inflam ar quente entre os grãos, com aumento gradativo de temperatura de secagem (BIAZUS *et al.*, 2006). No término desta etapa, o malte é resfriado na própria estufa, com redução da temperatura a 35 °C por 30 a 40 minutos, a fim de evitar a perda enzimática, cor do malte e paladar da cerveja (ZSCHOERPER, 2009).

Concluída a etapa de secagem, retiram-se as radículas, reduzindo o peso do grão caracterizando-o como malte seco e degerminado (NOHEL, 2016). A Figura 9 mostra o aspecto da cevada/malte ao longo das etapas da produção de malte, considerando as 3 etapas do processo: a maceração, a germinação e a secagem.

Figura 9. Aspecto da cevada/malte ao longo das etapas da produção de malte. Legenda: Em: embrião; En: endosperma.



Fonte: Pinheiro (2016).

Qualidade de Malte

A qualidade do malte é determinada por uma série de parâmetros que fornecem informações a respeito às ocorrências da malteação e sua eficácia, cujo impacto está na qualidade da produção cervejeira (TSCHOPE, 1999; ZSCHOEPER, 2009; KUNZE, 2006). Para tanto, a qualidade da cevada e consequentemente os componentes químicos do malte, dependem dos fatores de germinação e principalmente das características do grão, que são afetados pelo ambiente de cultivo (GUO et al., 2016).

Alguns dos padrões de qualidade do malte incluem taxa de germinação, teor de proteína, teor de umidade, uniformidade de grãos, peso específico, quantidade de peneiramentos e níveis de grãos danificados causados por doenças, danos mecânicos ou desgaste (BMBRI, 2010). A avaliação da qualidade do malte pode ser realizada utilizando métodos analíticos oficiais como o EBC (*European Brewery Convention-1998*), ASBC (*American Society of*

Brewery Chemists 1958) e *MEBAK (Middle European Brewery Analysis Commission- 2011)*, por exemplo (ZSCHOEPER, 2009; KUNZE, 2006); sendo compostas por análises físico-químicas, sensoriais e fisiológicas (KUNZE, 1999; PORTO, 2011). As principais análises realizadas no malte são:

3.7.1 – Classificação: Esta é uma das análises físicas mais importantes, sendo uma análise de fácil execução e bastante rápida (KUNZE, 1999; PORTO 2011). Ela determina a forma e o tamanho dos grãos que compõem o lote em análise (ZSCHOERPER, 2009). Industrialmente, as características físicas dos grãos são as primeiras a serem avaliadas. Os grãos grandes com pouca casca são os procurados pelos malteadores, visando dessa maneira, diminuir as perdas devido ao baixo teor de amido presente (PALMER, 1989; ELFVERSON et al., 1999; LIZARAZO, 2003).

A análise é realizada com auxílio de peneiras vibratórias com furos de 2,8 mm, 2,5 mm e 2,2 mm. Os grãos que ficam retidos nas duas primeiras peneiras (2,8 mm + 2,5 mm) são denominados de primeira qualidade e os que ficam retidos na terceira etapa são chamados de grãos de segunda qualidade (KUNZE, 2006). Para um lote de cevada ser considerado próprio para o processo de malteação, o valor deve ser igual ou maior que 85%, quando esse valor é igual ou maior que 95% tem-se a cevada do tipo “*Premium*” (KUNZE, 1999; PORTO 2011). Sendo que valores acima de 90% já indicam grãos de primeira qualidade (TSCHOPE, 1999; PORTO, 2011).

3.7.2 – Peso Hectolitro: Também denominado peso do hectolitro, é uma análise realizada em equipamento específico e corresponde a massa de 100 litros do malte de cevada, expressa em quilograma (kg/hL) e refere-se ao rendimento, assim, quanto maior for o valor obtido, maior será o rendimento (TUNES, 2009). Os valores do peso hectolitro para o malte pilsen é de 53,0 kg/hL e para o malte especial de 50,0 kg/hL (BRASIL, 2013).

3.7.3 – Friabilidade: Avalia a quantidade de grãos que sofreram modificações com o processo de malteação, ou seja, se eles se tornaram friáveis ou quebradiços. Os grãos que não sofreram alteração durante o processo de malteação, tornam-se duros, sendo denominados de grãos vitrosos (KUNZE, 2006). Neste sentido, esta análise tem por finalidade avaliar a capacidade que o grão tem em se fragmentar.

De acordo com Tschope (1999) os grãos de malte utilizado na produção da cerveja tipo *Pilsen* devem apresentar de 75 a 80% de friabilidade, ao passo que o malte tipo *Munich* pode ser de 70% (PORTO, 2011). No entanto, a friabilidade recomendada pela *European Brewery Convention*, (EBC, 2011) para o malte cervejeiro é de 88,5%.

3.7.4 – Umidade: A umidade representa a quantidade de água presente no malte, cujo valores são representados em termos percentuais. O malte destinado à produção de cerveja

Pilsen, deve conter no máximo 8,0% de umidade, enquanto que o malte especial não deve ultrapassar 6,0% (BRASIL, 2013).

Altos percentuais de umidade influencia negativamente o malte, uma vez que afeta a secagem e a formação de compostos que contribuem para o desenvolvimento do sabor e da cor. De modo geral, os percentuais de umidade do malte para um armazenamento seguro por 6 meses, situa-se entre os 4 e os 5% (PINTO, 2013).

A determinação de umidade dos grãos de malte se faz com aplicação de um método analítico oficial ou aparelho que dê resultado equivalente (BRASIL, 2013).

3.7.5 – *Hartong 45 °C* (Índice *Hartong*): é uma análise realizada moendo-se finamente o malte e submetendo-o ao processo de mosturação, etapa de fabricação da cerveja, porém a uma temperatura de 45 °C durante uma hora. Depois desse tempo determina-se o extrato obtido durante a mosturação. Os valores recomendados para o índice *Hartong* ficam entre 36 a 41% e mostram o potencial enzimático do malte e a dissolução proteica, ou seja, ele mostra o rendimento máximo da moagem do malte a 45 °C (TSCHOPE, 1999; PORTO, 2011).

3.7.6 – *Proteínas*: A quantidade de proteína, também é considerada um fator importante para a produção de malte, cujo valor deve estar compreendido entre 9,0 a 13,0% (KUNZE, 2006); 10,5 a 11,5% (ZSCHOERPER, 2009); 12 % (SANTOS et al., 2010; MAYER, 2007; SLOMP, 2018); 11,5% (SLEIMAN, 2002). Para a fabricação de cervejas escuras necessita-se de maior teor proteico e para cervejas claras, esse valor poderá ser menor (TSCHOPE, 1999).

3.7.7 - *Análises do Mosto Congresso*: O mosto congresso, trata-se da quantidade de grãos que sofreram modificações com o processo de malteação, ou seja, se tornarem friável ou quebradiços. Os grãos que durante o processo de malteação não sofreram alteração, tornam-se duros, sendo denominados de grãos vidrosos. A quantidade de proteína, também é considerada um fator importante para a produção de malte, cujo valor deve estar entre 9,0 a 13,0% (KUNZE, 2006).

Algumas análises de malte são realizadas a partir deste mosto, cujo objetivo é simular em escala laboratorial um mosto semelhante ao da cervejaria, sendo possível realizar as análises de nitrogênio solúvel, odor do mosto, pH, índice de *Kolbach*, entre outros (PORTO, 2011).

3.7.7.1 – *Extrato*: A análise do extrato determina o potencial do malte para produzir mosto solúvel ou substâncias possíveis de serem extraídas, sendo um referencial do potencial de fermentação dos carboidratos (ASBC, 2011; KUNZE, 2004; MEBAK, 2011). Determina o potencial do malte em fornecer os compostos nitrogenados bem como os açúcares fermentáveis (PORTO, 2011).

Na sua composição, o extrato pode apresentar variações no percentual de carboidratos podendo ser 65% (MAYER, 2007; FUKU, 2007; SLOMP 2018), 70% a 85% (KUNZE, 1999) até 91% (HOUGH, 1990).

3.7.7.2 – *Índice de Kolbach*: Este índice pé utilizado para avaliar a quantidade de nitrogênio total que está na forma solúvel no malte, o que reflete na sua atividade proteolítica (HASSANI; ZARNKOW; BECKER, 2013). Neste sentido, o índice de *Kolbach* fornece informações da decomposição das proteínas durante o processamento do malte (ZAMARIANO, 2019). É determinado com a aplicação de uma equação matemática levando-se em consideração o percentual de proteína solúvel pelo percentual total de proteínas (HASSANI; ZARNKOW; BECKER, 2013).

3.7.7.2 – *Diferença de Extrato*: É o valor resultante da diferença do extrato quando feito a partir do malte finamente moído e de malte de moagem grossa. Quanto menor for essa diferença, maior será as modificações que ocorreram no malte durante o processo de fabricação (ZSCHOERPER, 2009; PORTO, 2011). A diferença de extrato é medida para o controle das β - glucanas e do grau de modificação sofrido pelo endosperma, cujo valor deve ser de 1,5% (BAMFORTH; BARCLAY, 1993).

3.7.7.3 – *Análise de Nitrogênio Livre (FAN – Free Amino Nitrogen)*: Esta análise indica a quantidade de proteínas de reserva que podem ser solubilizadas, ou seja, representa os aminoácidos que nutrem as leveduras e auxiliam sua reprodução durante o processo fermentativo (AGU e PALMER, 1999; PORTO, 2011). O *Free Amino Nitrogen* (FAN), o qual é medido espectrofotometricamente e expresso em mg/100g (CALDEIRA, 2016). Para cervejas tipo Pilsen o valor de nitrogênio solúvel no malte compreende a faixa de 610 a 800 mg/100g (SLEIMAN, 2002).

3.7.7.4 – *Beta Glucanas*: O valor de beta glucanas, que são as fibras presentes nas paredes celulares da cevada, e estão diretamente relacionadas com a viscosidade do mosto cervejeiro o qual pode acarretar em problemas de filtração da cerveja, também é considerada uma importante análise de qualidade (KUNZE, 2006; ZSCHOERBER, 2009). Assim como o FAN, este parâmetro também é medido espectrofotometricamente, mas expresso em mg/L (CALDEIRA, 2016).

3.7.7.5 – *Poder Diastásico (PD)*: É o parâmetro que mede a atividade de α -amilases e β - amilases, ou seja, ele avalia a capacidade dessas enzimas em quebrar o amido; sendo um parâmetro de qualidade do malte (HOYLE et al., 2020). O PD compreende valores mínimos de 220 WK. Valores abaixo do mínimo indicam problemas na etapa de brasagem da cerveja, assim como valores acima do mínimo, podem influenciar o grau de fermentação (KUNZE, 2006). A β -amilase é um dos componentes das proteínas da cevada, representando cerca de 2% da proteína total (HEJGAARD e BOISEN 1980; HONG, ZHANG, 2020), desta maneira, quanto maior o teor proteico nos grãos de cevada, maior será a atividade da β -amilase (HONG e ZHANG, 2020).

Steeping Index:

O “*steeping index*” pode influenciar nos parâmetros de qualidade do malte, definidos pelo FAN e Beta glucanas. Trata-se de uma análise realizada a partir dos grãos da cevada durante o processo de germinação (CALDEIRAS, 2016). Esta análise consiste em submergir os grãos em água fervente por 30 segundos, faz-se um corte transversal no grão e avalia-se a translucidez do endosperma, neste sentido, quanto mais translucido o grão se apresentar, maior foi a absorção de água (ACTIA FRANCE, 2021).

Para a classificação são utilizados os índices A: 100% translucido; B: 75% translucido; C: 50% translucido e D: 25% translucido (Figura 10). Estes dados são aplicados na Equação de determinação do *Steeping Index* ($SI: A+2B+3C+4D$), cujos valores de até 100 indicam excelente hidratação e valores até 400 indicam pouca hidratação (CALDEIRAS, 2016).

Esta análise mostra a atividade enzimática do grão, pois quanto maior for sua atividade, maior será a absorção de água. A importância deste parâmetro está em analisar a possibilidade do grão de cevada absorver água em menor período de tempo (KUNZE, 2006).

As etapas de malteação são importantes para a caracterização do malte, sendo assim alteração de fatores como tempo e quantidade de água utilizados no processo de malteio podem ter grande influência nos parâmetros de qualidade do malte produzido, pelo fato da cevada ser rica em enzimas que são importantes para a produção de alimentos, como no caso da cerveja (IFBM, 2014).

Figura 10. Fases de hidratação dos grãos pela análise do Steeping Index. A: 100% translucido; B: 75% translucido; C: 50% translucido e D: 25% translucido.



Fonte: Autores

CONCLUSÃO

A cevada é um dos mais importantes grãos produzidos no mundo, sendo seu principal destino a indústria cervejeira. Para ser utilizada, a cevada precisa passar pelo processo de malteação, onde o grão obterá as características necessárias para esta finalidade. O processo

de malteação é composto por três etapas distintas: A maceração (hidratação do grão), a germinação (formação da radícula) e a secagem.

Para avaliar a eficácia do processo e a qualidade da cevada obtida, são comumente realizadas análises físicas e química, sendo o *steeping index* uma das mais importantes, pois refere-se a hidratação do grão no processo de germinação, fase que formam-se a cor e aroma característico.

Na busca literária sobre o tema, encontrou-se, em maior número, estudos apresentados na forma de livros, TCC e dissertações, sendo menor o número os trabalhos apresentados na forma de artigos científicos.

Este material foi desenvolvido para contribuir com o número de acervos relacionados ao processo de produção de malte e avaliação de sua qualidade, além de auxiliar no avanço do conhecimento, impulsionar o aprimoramento dos estudos e desenvolvimento das agroindústrias nacionais.

■ REFERÊNCIAS

1. ACTIA FRANCE- **Le Reseau Français des Instituts Techniques de L'Agro-Alimentaire. Steeping Index.** Disponível em: <<http://www.actia-asso.eu/accueil/index.htm>>. Acesso em: 20 jan. 2021.
2. AGOSTINETTO, L. **Danos e controle químico da mancha marrom e do oídio da cevada.** 79f, 2011. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Produção Vegetal) – CAV, Centro de Ciências Agroveterinária da Universidade do Estado de Santa Catarina. Lages, SC. 2011.
3. AGU, R.C; PALMER, G.H. Comparative development of soluble nitrogen in the malts of barley and sorghum. **Process Biochemistry**, v. 35, p.497-502.1999.
4. ASBC - AMERICAN SOCIETY OF BREWING CHEMISTS. **Methods of analysis of the American Society of Brewing Chemists.** 6 ed. Madison: American Society of Brewing Chemists, 1958.
5. ASBC. **Malt-4 Extract. ASBC Methods of Analysis**, p. 9–11, 2011.
6. BAMFORTH, C. W.; BARCLAY, A.H.P. Malting Technology and the uses of malt In: MACGREGOR, A.W.; BHATTY, R.S. Barley: Chemistry and Technology. **American Association of Cereal Chemists**, Inc. p. 297-332, 1993.
7. BIAZUS, J. P. M.; SOUZA, R. R.; CURVELO-SANTANA, J. C.; TAMBOURGI, E. B. Otimização da Secagem do Malte de Zea mays. **Revista Brasileira de Produtos agroindustriais**, v.3, n.1, p.53-59, 2001.
8. BOROWSKI, D. Z. **Efeito do genótipo, ambiente e suas interações em características agrônômicas e de qualidade em cevada cervejeira no sul do Brasil.** 106f, 2012. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, RS. 2012.

9. BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento**. IN n° 11, de 13 de março de 2013. Regulamento Técnico do malte de cevada, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPort alMapa&chave=1050721743>. Acesso em 10 fev. 2021.
10. BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento**. Portaria n° 691, de 22 de novembro de 1996. Disponível em: < http://www.codapar.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/ceva-daindus691_96.pdf. Acesso em 24 Jan. 2021.
11. BRENNAN C. S., CLEARY, L. J. The potential use of cereal (1/3, 1/4)- β -D-glucans as functional food ingredients. **Journal of Cereal Science**, v. 42, n. 1, p. 13, 2005.
12. CALDEIRA, I.M. **Estudo da influência das medidas de steeping index nos resultados d FAN e B-glucanos na produção de malte**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Materiais). 62 p. 2016. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, RS. 2016.
13. CARNEIRO, H. **Comida e Sociedade: uma História da Alimentação**. São Paulo: Ática, 2010.
14. DE MORI, C.; MINELLA, E. **Aspectos econômicos e conjunturais da cultura da cevada. Documentos online n° 139/2012**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA trigo. Passo Fundo/RS Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do139_4.htm. Acesso em: 25 jan. 2021.
15. DRAGONE, G.; SILVA, J. B. A. **Cerveja**, in: VENTURINI FILHO, W. G. **Bebidas Alcoólicas: Ciência e Tecnologia**. São Paulo: Blucher, 2010.
16. EBC - **European Brewery Convention, 2011**). [Online] disponível em: <http://www.europeanbreweryconvention.org/EBCmain/standardmaterials/standardmaterials.p h p>. Acesso em jan 2021.
17. EBC - **European Brewery Convention**. Analítica EBC. Zurich: Brauerei - und getränke- roudschau, ed. 5, 1998.
18. ELFVERSON, C; ANDERSSON, A.A.M, ÅMAN, P; REGNÉR, S. Chemical composition of barley cultivars fractionated by weighing, pneumatic classification, sieving, and sorting on a specific gravity table. **Cereal Chemistry**, v. 76, n. 3, p. 434-438. 1999.
19. FERNANDES, M.S.S. **Análise de compostos voláteis do malte por 'Headspace' – Microextração em fase sólida acoplada ao GC-MS: Quantificação do dimetilsulfureto**. 119f. 2014. Dissertação (Mestrado em controle de qualidade). Faculdade de Farmácia – Universidade do Porto. 2014.
20. FERREIRA.C. **Cultivares de cevada semeadas em espaçamentos simples e pareado combinados com doses de adubo e densidades de semeadura**. 70f. 2015. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, PR. 2015.
21. FONTANA, A.C.; FURONI, G.C.; MELO, A.M.R.; SABUNDJIAN, M.T. A cultura da cevada (*Hordeum vulgare* L.). **Revista científica eletrônica de ciências aplicadas da Fait**. n. 1. Maio, 2016.

22. FREITAS, G.L. **Potencial antioxidante e compostos fenólicos na cerveja, chopp, cevada (*Hordeum vulgare* L.) e no bagoço de brassagem**. 86f. 2006. Dissertação (Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos) –Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC. 2006. FRITZ, J. **Mitteuropäische Brautechnische Analysenkommission:- MEBAK Raw Materials**. 1 ed. Freising-Weihenstephan, 2011, 341 p.
23. FUKU, G. **Uso de grãos de cevada: Caracterização bromatológica de cultivares e resposta biológica de ratos em crescimento**. 75f. 2007. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, SC. 2007. GERON, L.J.V.; TRAUTMANN-MACHADO, R.J.; MOURA, D.C.; MARQUES, F.M.; SOUZA, O.M.; DE PAULA, E.J.H. Caju, canola, cevada, cupuaçu e seus resíduos utilizados na nutrição de ruminantes. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 7, n. 12, ed. 235, jun. 2013.
24. GORZOLKA, K., LISSEL, M., KESSLER, N., LOCH-AHRING, S., NIEHAUS, K. Metabolite fingerprints of barley whole seed, endosperms, and embryos during industrial malting. **Journal of Biotechnology**. v. 159, p. 177-187, 2012.
25. GUO, B.; LUAN, H.; LIN, S.L.V. C.; ZHANG, X. Comparative proteomic analysis of two barley cultivars (*Hordeum vulgare* L.) with contrasting grain protein content. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, n. 542, 2016.
26. GUPTA, M.; ABU-GHANNAM, N.; GALLAGHAR, E. Barley for Brewing: Characteristic Changes during Malting, Brewing and Applications of its By-Products. **Comprehensive reviews in food science and food safety**, v. 9, 2010.
27. HASSANI, A.; ZARNKOW, M.; BECKER, T. Influence of malting conditions on sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) as a raw material for fermented beverages. **Food Science and Technology International**, v. 71. p. 1-11, 2013.
28. HEJGAARD J, BOISEN S. High-lysine proteins in hiproly barley breeding: Identification, nutritional significance and new screening methods. **Hereditas**, v. 93, p. 311–320. 1980 HOYLE, A.; BRENNAN, M.; PITTS, N.; JACKSON, G.E.; HOAD, S. Relationship between specific weight of spring barley and malt quality. **Journal of Cereal Science**, v. 95, 2020. HONG Y.; ZHANG, G.P. Available online at www.sciencedirect.com ScienceDirect The influence of drought stress on malt quality traits of the wild and cultivated barleys. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 19, n. 8, p. 2009–2015, 2020,
29. HOUGH, J.S. **Biología de la cerveza y la malta**. Zaragoza: Acribia, 1990. HUGHES, P.S.; BAXTER, E.D. “An overview of the malting and brewing processes.” **The Royal Society of Chemistry, In beer: quality, safety and nutritional aspects**, Cambridge, UK. p. 14 -39, 2001
30. IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores IBGE. **Lavantamento Sistemático da Produção Agrícola. Estatística da Produção Agrícola**. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2415/epag_2019_dez.pdf. Acesso em Jan. 2021.
31. IFBM. **The Reference in the Barley to the beer – Tecnologia de Malteação**, cap 8, 2014. KRUKLIS, K.L. **CEVADA: Importância da utilização na alimentação humana e a aplicabilidade na gastronomia**. 30f. 2019. Monografia (Especialização em Gastronomia aplicada a Nutrição). Univesidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUI. Ijuí, RS. 2019.
32. KUNTZ, R.J.; BAMFORTH, C.W. **Time course for the development of enzymes in barley**. *Journal Institute of Brewing*, v.113, p.196-205, 2007.

33. KUNZE, W. **Technology brewing and malting**. [S.l: s.n.], 2004
34. KUNZE, W. **Technology brewing and malting**. 2. Ed. Berlin: Vlb Berlin, 1999. 726 p. KUNZE, W. **Tecnología para Cerveceros y Malteros**. 1 ed. Berlin: Versuchs-und Lehranstalt für Brauerei Berlin, 2006, 1075 p.
35. LEMOS, E.H. **Automação de um processo de malteação**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Automação Industrial). 55f. 2017. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais. Araxá, MG. 2017.
36. LEWIS, M. J.; YOUNG, T. W. **Brewing**. London: Champman & Hall. 260 p. 1995. LEWIS, M. J.; YOUNG, T. W. **Brewing**. New York: Aspen Publishers. 2001.
37. LIZARAZO, D.X.C. **Parâmetros físico-químicos, germinativos e microestruturais de qualidade em cultivares brasileiros de cevada cervejeira**. 71f, 2003. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos), Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC. 2003.
38. MAGNANI, M.; CASTRO-GOMEZ, R.J.H. B-glucana de *Saccharomyces cerevisiae*: constituição, bioatividade e obtenção. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 29, n. 3, p. 631-649, 2008.
39. MAHAM, L. K.; SCOTT-STUMP, S. **Krauser: alimentos, nutrição e dietoterapia**. 10.ed. São Paulo: Roca, 2012.
40. MAYER, E. T. **Caracterização bromatológica de grãos de cevada e efeito da fibra alimentar na resposta biológica de ratos**. 75 f, 2007. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS. 2007. MEBAK. **Raw Materials**. [S.l: s.n.], 2011.
41. MINELLA, E.; COSTAMILLAN, L. M.; EICHELBERGER, L.; MANSUR SCAGLIUSI, S.M. **BRS Aurine: Nova Opção De Cevada Cervejeira Para A Região Sul Do País**. Embrapa, Passo fundo – RS. 2016.
42. NOHEL, F. Senai: Rio de Janeiro, 409f., 2016
43. NOVACK, M.M.E. **Avaliação nutricional de grãos de cevada submetidos a diferentes processamentos**. 123 f, 2010. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS. 2010.
44. O'BRIEN, R.; FOWKES, N.; BASSOM, A.P. Models for gibberellic acid transport and enzyme production and transport in the aleurone layer of barley. **Journal of Theoretical Biology**. v.10, p.15-21, 2010.
45. PALMER, G.H. **Cereals in Malting and Brewing**. In: PALMER, G.H. Cereal Science and Technology. UK: Aberdeen University Press, 1989. p. 61-242.
46. PINHEIRO, L.D.G.S. **Caracterização e processamento de cevada cultivada no cerrado brasileiro**. Dissertação 31 f. 2016. (Mestrado em Tecnologias Químicas e Biológicas). Instituto de Química da Universidade de Brasília. Brasília, DF, 2016.
47. PINTO, A. R. M. **Avaliação do processo de secagem do fabrico de malte: caso se estudo da Sociedade Central de Bebidas AS**. 81f, 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Alimentar – Processamento de Alimentos) – Universidade Tecnológica de Lisboa. Lisboa, Portugal. 2013.

48. PORTO, P. D. **Tecnologia de Fabricação de Malte: Uma Revisão**. 58f, 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS. 2011.
49. SANTOS, I. J.; SANTOS, Y. L.; SILVA, P. H. A. Curvas de Dois Processos de Hidratação da Cevada. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.12, n.1, p.1-8, 2010.
50. SAVIN, R.; AGUINAGA, A. **Los requerimientos de la indústria: calidad comercial e industrial y sus determinantes**. In: MIRALLES, D. J.; BENECH-ARNOLD, R.L.; ABELEDO, G. Buenos Aires: Gráfica, p. 205-240, 2011.
51. SAYD, R. M. **Variabilidade, parâmetros genéticos e caracterização agrônômica e molecular de genótipos de cevada nua (Hordeum vulgare L. var. nudum Hook f.) sob irrigação no cerrado**. 80 f. 2014. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Brasília. Brasília, DF, 2014.
52. SHARMA, P.; GUJRAL, H. S.; ROSELL, C. M. Effects of roasting on barley b-glucan, thermal, textural and pasting properties. **Journal of Cereal Science**, v.53, n. 1, p. 25-30, 2011.
53. SLEIMAN, M. **Produção de cerveja com extrato de malte nas formas de xarope e pó: Análise físico-química, sensorial e energética**. 128f, 2002. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP. Botucatu, SP, 2002.
54. SLOMP, E. T. **Análise físico - química da hidratação de grãos de cevada**. 99f. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Universidade Regional. Blumenau. Blumenau, SC, 2018.
55. TAKEITI, C.Y. **Agência Embrapa de Informação Tecnológica (ANGIETEC)**. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT000girlw_nqt02wx5ok05vadr12ap522l.html, acesso: Jan/2021.
56. TANCREDO, J.T. **Estudo de caso de melhoria na etapa de secagem de uma maltaria no RS**. 48f. 2015. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Química). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 2015.
57. TELES, J. A. **Estudo da produção de mosto concentrado lupulado a partir de extrato de malte concentrado, xarope de alta maltose e lúpulo**. 88 f. 2007. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP, 2007.
58. TROMMER, M. W. **Avaliação do ciclo de vida no processo de produção da cerveja**. 83f, 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba. Santa Bárbara d'Oeste, SP. 2014.
59. TSCHOPE, E.C.; NOHEL, F. **A malteação da cevada**. Vassouras: Senai-RJ, 1999. 272p. TUNES, L.V.M. **Atributos fisiológicos de qualidade de sementes de cevada sobre diferentes épocas de colheitas e durante o armazenamento**. 100f, 2009. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes). Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, RS. 2009.
60. YALÇIN, E.; CELIK, S.; AKAR, T.; SAYIM, I.; KÖKSEL, H. Effects of genotype and environment on b-glucan and dietary fiber contents of hull-less barlys grown in turkey. **Food Chemistry**, v.101, p. 171-176, 2007.

61. ZAMARIANO, S.C.T.S. **Frações nitrogenada do malte armazenado**. 30f. 2019. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Tecnologia de Alimentos). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina. Londrina, PR, 2019.
62. ZIMMERMANN, A. **Potencial antioxidante de extrato de cevada em ratos submetidos à dieta hiperlipídica**. 71f. 2010. Dissertação e Mestrado (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, 2010.
63. ZSCHOERPER, O. P. **Apostila curso cervejeiro e malteador** – ambev. Porto Alegre – RS, 2009.