

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

SILVIA CRISTINA TEIXEIRA DE SOUZA ZAMARIANO

FRAÇÕES NITROGENADAS EM MALTE ARMAZENADO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

LONDRINA
2019

SILVIA CRISTINA TEIXEIRA DE SOUZA ZAMARIANO

FRAÇÕES NITROGENADAS EM MALTE ARMAZENADO

Trabalho de conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2 do Curso Superior de Tecnologia em Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, campus Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos.

Orientador. Prof. Dr. Paulo de Tarso Carvalho

LONDRINA
2019

TERMO DE APROVAÇÃO

FRAÇÕES NITROGENADAS EM MALTE ARMAZENADO

SILVIA CRISTINA TEIXEIRA DE SOUZA ZAMARIANO

Este(a) Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado(a) em 24 de Junho de 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos. O(a) candidato(a) foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Paulo de Tarso Carvalho
Prof. (a) Orientador(a)

Profa. Dra. Lyssa Setsuko Sakanaka
Membro titular

Prof. Dr. Pedro Henrique Freitas Cardines
Membro titular

Bem-aventurado o homem que encontra sabedoria, e o homem que adquire conhecimento, pois ela é mais proveitosa do que a prata, e dá mais lucro do que o ouro. (Provérbios 3:13-14)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me deu forças e coragem para vencer cada uma das etapas até aqui vividas.

Agradeço principalmente meu orientador, Professor Dr. Paulo de Tarso Carvalho, por sua pronta disponibilidade em dividir comigo seu conhecimento, sua experiência, sabedoria e principalmente sua paciência.

Agradeço a minha família, que sempre está presente dando força, faça chuva ou sol, transmitindo valores reais de vida para mim.

Agradeço meu marido Alexandre Zamariano, pelo apoio, carinho, compreensão demonstrado em cada dia.

Agradeço a meus filhos, que com sua alegria e pureza, me ensinam a cada dia, um pouco mais o significado da palavra amor.

Agradeço aos professores do Departamento acadêmico de Alimentos UTFPR, por todas as contribuições.

Agradeço meus colegas e professores que me acompanhou durante todo o curso, me ajudando e orientando em todos os momentos de dificuldade.

RESUMO

ZAMARIANO, Silvia Cristina Teixeira de Souza. **Frações nitrogenadas em malte armazenado**. 2019, 26f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2019.

A maltagem é o processo de transformação da cevada em malte e depois do produto pronto, ele é armazenado. Ao longo do armazenamento mudanças podem ocorrer na composição do malte incluindo em sua fração nitrogenada. O presente trabalho teve por objetivo avaliar as alterações nas frações nitrogenadas de malte ao longo de armazenamento hermético e convencional durante seis meses. Amostras de malte recém secados foram submetidos a armazenamento hermético e convencional durante 30, 60, 90, 120 e 180 dias, em condição ambiente. As amostras foram analisadas quanto a fração de nitrogênio total, nitrogênio solúvel e índice de Kolbach. Os resultados encontrados para proteína total oscilaram entre 11,3 e 13,2% para amostras em armazenamento convencional e 11,3 e 12,3% para amostras em armazenamento hermético. Os valores de nitrogênio solúvel aumentou nos dois sistemas de armazenamento. Os valores de índice de Kolbach variou de 40 para 57 no sistema hermético e 40 para 60 no sistema convencional. Não houve diferença significativa para os dois sistemas no mesmo período de armazenamento. O sistema hermético estabeleceu condições de armazenamento capaz de preservar os teores de proteína por mais tempo que o armazenamento convencional, bem como faz com que haja menor oscilação dos valores de nitrogênio solúvel, ficando eles mais próximos aos recomendados pela literatura.

Palavras-chave: Proteínas totais. Nitrogênio solúvel. Maltagem. Índice do Kolbach.

ABSTRACT

ZAMARIANO, Silvia Cristina Teixeira de Souza. **Nitrogen fractions in stored malt.** 2019. 26f. Trabalho de Conclusão de Curso (Technology in Food) - Federal Technology University - Paraná. Londrina, 2019.

Malting is the process of transforming barley into malt. During malt storage, quality manutence is fundamental, mainly avoiding changes in the humidity and enzymatic activity of the product. Throughout the storage changes may occur in malt as in it nitrogenous fraction. The objective of the present work was to evaluate the changes in malt nitrogen fractions in hermetic and conventional storage during six months. Freshly dried malt samples were submitted to hermetic and conventional storage for 30, 60, 90, 120 and 180 days in ambient condition. The samples were analyzed for total nitrogen, soluble nitrogen and Kolbach index. Total protein ranged from 11.3 to 13.2% for the conventional storage and 11.3 and 12.3% for the samples in hermetic storage, but it was statistical significant at conventional storage at 180 days. The soluble nitrogen contents increased in both storage systems, but conventional storage showed greater variability. The Kolbach index ranged from 40 to 57 in the hermetic system and 40 to 60 in the conventional one, but was not changed for both systems in the same storage period. The hermetic system maintained total proteins levels similar to inicial level, as well as contributed to lower oscillation of the soluble nitrogen values, being closer to those recommended in the literature.

Key words: Total proteins. Soluble nitrogen. Maltagem. Kolbach Index.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	11
2.1 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	11
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3.1 CEVADA.....	12
3.2 PRODUÇÃO NACIONAL.....	13
3.3 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA CEVADA.....	14
3.4 PROCESSAMENTO DE MALTAGEM.....	15
3.5 ARMAZENAMENTO DO MALTE.....	16
4 MATERIAIS E MÉTODOS	18
4.1 MATERIAL.....	18
4.2 MÉTODOS.....	19
4.2.1 DETERMINAÇÃO DE NITROGÊNIO TOTAL.....	19
4.2.2 DETERMINAÇÃO DE NITROGÊNIO SOLÚVEL.....	19
4.3 . ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	20
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
6 CONCLUSÃO	26
REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

A produção de bebidas alcoólicas e seu consumo é umas das atividades mais antigas da humanidade, e isto inclui a cerveja. O Decreto nº 2.314, de 4 de setembro de 1997 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), define cerveja como “*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). Como o próprio decreto estabelece, na fabricação de cerveja estão envolvidos vários ingredientes, dentre eles o malte. O malte exerce papel fundamental na produção de cerveja, pois é ele que, além de fornecer, aromas e sabores característicos, é fonte de carboidratos para a fermentação alcoólica (PORTO, 2011).

O malte resulta da germinação, em condições controladas, de qualquer cereal. O malte utilizado em cervejarias é obtido principalmente da cevada, uma gramínea pertencente ao gênero *Hordeum* e um dos primeiros cereais a ser domesticado pelo homem. Durante o processo de germinação ocorrem muitas transformações, dentre elas, as enzimáticas que são reguladas pela ação de fitohormônios que são distribuídos no grão durante a (embebição) (KUNZE, 1999). Na maltagem é fundamental o controle da temperatura, umidade e aeração, interrompendo a germinação, logo que se inicia o brotamento (DRAGONE; ALMEIDA E SILVA, 2010).

Durante a maltagem ocorre a degradação das proteínas em aminoácidos livres e peptídeos para fornecer nutrientes para as leveduras que metabolizam os açúcares em álcool. A degradação completa das proteínas de cevada não é desejável, pois se degradada completamente, diminui a capacidade de formação de espuma. A quantidade de proteína de malte que é dissolvido no final do processo de brasagem (mosturação), determina o teor de nitrogênio de um extrato, incluindo proteínas, peptídeos e aminoácidos solúveis (KUNZE, 1999).

Depois de seco o malte pode ser armazenado. Nesta etapa é fundamental o controle da umidade, pois o produto deve apresentar valores abaixo de 6%. Técnicas de armazenamento como o sistema hermético controlam as interações ambiente/produto tendendo a preservar a qualidade do malte (PUZZI, 1971).

2 OBJETIVOS

Avaliar as alterações nas frações nitrogenadas do malte de cevada ao longo do armazenamento convencional e hermético durante seis meses.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Quantificar o nitrogênio total, nitrogênio solúvel e índice de Kolbach dos maltes armazenados ao longo do tempo nos sistemas convencional e hermético.
- Estabelecer o limite de armazenamento do malte, em função da intensidade das alterações das frações nitrogenadas em dois sistemas de armazenamentos.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 CEVADA

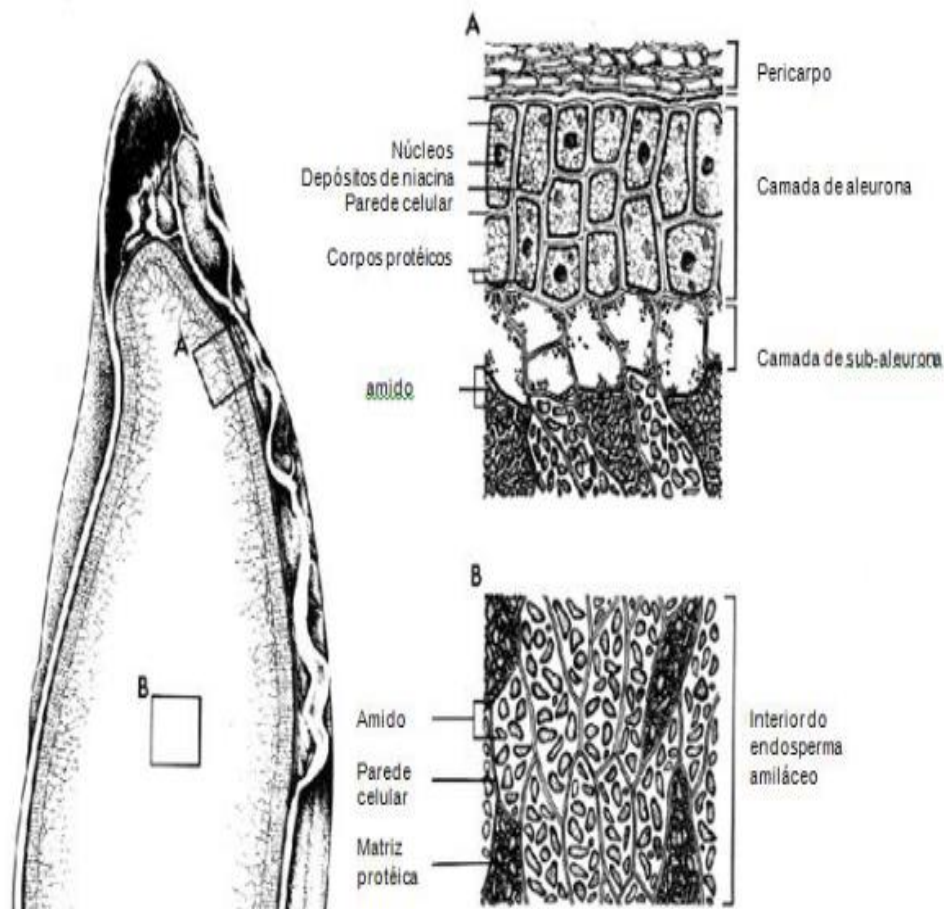
A cevada (*Hordeum vulgare*) é considerada um cereal de inverno (FOSTER et al., 2007), que se desenvolve melhor em regiões mais frias por favorecer a formação, enchimento e maturação dos grãos. A planta pode chegar até 1 metro de altura, apresenta peso de mil em torno de (cerca de 35g) com grãos em formato alongado (KENT, 1987). Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), fatores como clima e manejo são determinantes para a produção de cevada com padrão adequado para maltagem, destacando o poder germinativo, tamanho do grão e a sanidade dos grãos (EMBRAPA, 2014).

Observando um corte longitudinal e transversal de um grão de cevada (Figura 1) é possível verificar que o embrião está situado na parte dorsal do grão. Ao separar o embrião do endosperma, encontra-se uma estrutura denominada escutelo, que tem função secretora, permitindo a liberação de enzimas hidrolíticas do embrião ao endosperma amiláceo (HOUGH, 1990).

O grão de cevada é composto por casca, pericarpo, camada de aleurona, gérmen e endosperma, conforme pode ser observado na Figura 1 (VAN DEN BOOM et al., 2006; FULCHER; IRVING; DE FRANCISCO, 1989). A casca e o pericarpo são a parte exterior do grão, e tem a função protetora contra fungos e insetos, e regula a absorção de água durante a germinação (McENTYRE; RUAN; FULCHER, 1998). A camada de aleurona, que envolve o endosperma, é rica em proteínas, onde ocorre a liberação de enzimas que são responsáveis pela degradação do endosperma durante a maltagem (KUNZE, 2006). O gérmen tem teor elevado de sais minerais, proteínas, açúcares, lipídios, cinzas e vitaminas e está localizado no lado dorsal do grão (HOSENEY, 1994).

Segundo Hosene (1994), o endosperma é a principal reserva de nutrientes do grão. Devido à sua riqueza em polissacarídeos o endosperma da cevada tem grande importância na indústria cervejeira por ser fonte de substratos necessários para a conversão de açúcares em álcool no processo de fermentação da cerveja (MACGREGOR; FINCHER, 1993; BRENNAN et al., 1997).

Figura 1 - Estrutura do Grão de Cevada.



Fonte: Fulcher, Irving e De Francisco (1989).

3.2 PRODUÇÃO NACIONAL

O Brasil hoje se encontra entre os três maiores produtores de cerveja do mundo, produzindo cerca de 13 milhões de L/ano. Estima-se que a produção mundial de cevada atinja 747,76 milhões de toneladas na safra 2018/2019. Entre os maiores produtores destacam-se a União Européia, Rússia e Canadá (EMBRAPA, 2012). Com relação ao consumo, o brasileiro consome em média 57 L/ano, ocupando o 4º lugar em consumo, atrás apenas dos EUA, China e Alemanha. Já com relação à cevada, no Brasil os maiores produtores de cevada para fins cervejeiros estão concentrados principalmente nos três estados da região sul do Brasil (Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná), devido ao clima propício que essas regiões apresentam para o

cultivo (EMBRAPA, 2012). Segundo Embrapa (2012), cerca de 75% da cevada que é produzida no Brasil é destinada para fabricação do malte, sendo que 95 % deste malte é destinado para fins cervejeiros.

3.3 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA CEVADA

Segundo Kunze (1999), a cevada possui cerca de 14 a 15% de umidade. A composição química da cevada cervejeira varia entre cultivares e depende de diversos fatores externos. O clima seco, por exemplo, aumenta os teores de proteína, β -glucanas e dureza do grão (MUNCK, 1991).

De acordo com Kunze (1999), o grão de cevada seco apresenta em sua composição carboidratos, lipídeos, proteínas conforme a Tabela 1. Os carboidratos são a maior fonte de energia do grão de cevada e representam cerca de 80% do peso seco. Influenciam no processo de malteação e na qualidade do produto final (KUNZE, 1999). O amido é o polissacarídeo em maior quantidade no grão de cevada, é formado no lento amadurecimento do grão. O acúmulo de amido no grão de cevada aumenta a reserva energética para o embrião, e tal reserva será utilizada no desenvolvimento de uma nova planta. O amido é armazenado em forma de grânulos nas células do endosperma (KUNZE, 1999).

Tabela1: Composição do grão de cevada seco

Compostos	(%)
Carboidratos totais	70,0 - 80,0%
Proteínas	10,5 - 11,5%
Matéria Inorgânica	2,0 - 4,0%
Lipídeos	1,5 - 2,0%
Outras substâncias	1,0 - 2,0%

Fonte: adaptado de KUNZE (1999).

A proteína é fundamental pois fornece aminoácidos para a fermentação da cerveja assim como confere estabilidade à espuma. O teor proteico é determinado através do método de micro Kjeldahl (KUNZE, 1999).

Depois de maltada, a cevada apresenta algumas alterações em sua composição (Tabela 2). Dentre essas modificações tem-se as das frações nitrogenadas. O nitrogênio solúvel é a fração desmembrada no processo de

mosturação a partir do nitrogênio total. Quanto maior a atividade enzimática proteolítica durante a malteação maior será o valor de nitrogênio solúvel. A quantidade de nitrogênio solúvel no mosto favorece o desenvolvimento das leveduras e seu metabolismo. Entretanto, o aumento no índice de nitrogênio solúvel promove um efeito negativo na estabilidade físico-química do produto cerveja (PASSARELA, et al, 2003).

Tabela 2: Composição de malte cervejeiro

Composto	(%)
Carboidratos	81%
Proteínas	10%
Lipídios	2%
Cinzas	1,9%
Umidade	5%

Fonte: elaborado a partir dos dados de Venturini Filho; Nojimoto (1999)

O índice de Kolbach indica o quanto do nitrogênio total está na forma solúvel e reflete a atividade proteolítica do malte, importante parâmetro de qualidade, por fornecer informações da modificação de proteína (decomposição) que ocorre no processo de maltagem. Os valores de Kolbach devem estar em torno de 39-45 embora alguns fabricantes de cerveja podem solicitar níveis fora desse intervalo, dependendo do tipo de cerveja a ser produzida (FOX, 2009).

3.4 PROCESSO DE MALTAGEM

Segundo Dragone, Almeida e Silva (2010), o processo de maltagem está diretamente ligado à qualidade da cerveja, podendo afetar as características sensoriais. A maltagem é o processo de transformação da cevada em malte. Essa transformação do grão de cevada em malte consiste em colocar o grão em condições favoráveis de germinação, sobre controle de temperatura, umidade, modificando sua composição e aumentando as atividades enzimáticas. As enzimas exercem papel fundamental na transformação do amido insolúvel em substrato solúvel, facilmente digerido pelas leveduras, e fácil solubilização de proteínas, aumentando a disponibilidade de aminoácidos (LEWIS; YOUNG, 1995). Também outros compostos são solubilizados, melhorando a qualidade do malte e da cerveja (KUNZE, 1999).

Outros objetivos da maltagem são modificar o grão fisicamente, reduzir a sua resistência e desenvolver a cor ao malte. As etapas fundamentais são: a maceração (embebição), a germinação e a secagem (LIMA; FILHO, 2011).

A maceração é a etapa onde os grãos absorvem água o suficiente para iniciar o processo de germinação. O teor de umidade varia entre 42 - 46% de umidade. A água é absorvida através da região do embrião. O tempo de maceração depende da variedade da cevada, e é necessário que a água seja drenada, para que o grão obtenha o oxigênio necessário para se desenvolver e não metabolizar as suas reservas anaerobicamente, o excesso de oxigênio pode promover uma germinação precoce (CABRAL; CORDEIRO, 2012).

Na germinação, ocorre a ativação e síntese de enzimas responsáveis pela hidrólise das proteínas e das paredes celulares do endosperma, assim, posteriormente, é facilitado o acesso ao amido que será hidrolisado em açúcares e utilizados pelas leveduras. Durante a germinação as modificações enzimáticas iniciam-se no embrião e vão progredindo ao longo do grão, (Cabral; Cordeiro, 2012) e em condições controladas de temperatura e umidade, os grãos permanecem durante 4 a 5 dias que é o tempo necessário que levam para atingir uma adequada modificação. A temperatura ideal é próxima a 18°C, e se necessário deve se proporcionar ventilação adequada para garantir a respiração dos grãos. Isso contribui para redução da concentração de dióxido de carbono resultante da respiração. Ao final do processo é obtido o malte verde que possui as enzimas e nível de desagregação do endosperma desejada, com teor de umidade de 40 a 44%, momento este no qual deve ser interrompida a germinação (PINTO, 2013).

A germinação é interrompida pela secagem, que ocorre em estufas com fluxo de ar quente, para a remoção da umidade do grão. Nessa fase incorpora-se cor e *flavor* característicos do malte ao grão. É uma etapa importante onde definem parâmetros de qualidade e características do produto final cerveja. A umidade do malte é reduzida para cerca de 4-5%. Ao fim do processo o malte permanece na estufa para resfriamento posteriormente segue para os silos onde é armazenado (PINTO, 2013).

3.5 ARMAZENAMENTO DO MALTE

O armazenamento do malte é imprescindível para o produto recém processado por este não poder ser utilizado de imediato. Isto iria produzir um mosto turvo, de difícil filtração e fermentação devido à sua rigidez. Durante o armazenamento, ocorre uma leve hidratação da estrutura do malte que facilita a sua moagem (CERVESIA, 2012). Dentro dos silos, o malte sob temperatura e umidade controlada, vai estabilizar e atingir um equilíbrio em termos de umidade. Nesta fase de equilíbrio o malte é mantido em condições adequadas de temperatura para que não ocorra uma umidade excessiva que favoreça o crescimento microbiano e degradação do grão, levando a perda da qualidade do malte. Em condições de armazenamento adequadas de temperatura, umidade é possível conservar o malte durante vários meses até ser utilizado (PUZZI, 1971).

Durante o armazenamento, fatores como umidade, temperatura, pragas e fungos interferem na qualidade dos produtos armazenados (PUZZI, 1971). No armazenamento convencional os grãos de malte estão sujeitos a influência ambientais, tais como temperatura, umidade, seja em estruturas como armazéns ou depósitos de construção simples, de alvenaria, como no acondicionamento dos grãos em sacaria. Os fungos são os principais microrganismos que podem contaminar o malte. Os mesmos sobrevivem a baixos teores de umidade, mas poucas espécies atacam os grãos armazenados (PINTO, 2013). Técnicas como armazenamento hermético pode contribuir para a preservação da qualidade do malte, por se tratar de uma técnica que reduz a influência das condições ambientais sobre o grão (FLEURAT LESSARD, 2002).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

As análises foram desenvolvidas nos laboratórios na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina.

4.1 MATERIAL

Neste trabalho, a determinação das frações nitrogenadas se deu a partir de amostras de malte e de extratos de malte, obtidos previamente nos estudos de Ferreira e Costa (2017). Para obtenção destes maltes, a cevada da variedade BRS-Elis, safra 2015 doada pela empresa Cooperativa Agrária de Entre Rios (Guarapuava-PR) foi utilizada e submetida a maltagem sob as seguintes condições: 48 horas de embebição, 18°C de temperatura e 4 dias de germinação. Os maltes foram armazenados (duas repetições) sob dois sistemas de armazenamento: convencional e hermético. O sistema hermético consistiu em armazenar os grãos em embalagens plásticas opacas com fechamento hermético, no sistema convencional, os grãos de malte foram armazenados em sacos de ráfia, nos tempos 0, 30, 60, 90, 120 e 180 dias, amostras foram retiradas e então obtidos os extratos de malte utilizando a metodologia da EBC, método 4.5.1 (EBC, 2005). Nesta metodologia o malte moído (50g) foi misturado em água aquecida à 45°C (200mL) por 30 min. e depois essa mistura teve sua temperatura elevada até atingir 70°C em 25 minutos. Os extratos foram feitos em triplicada de cada repetição e mantidos congelados à -10°C. A partir dos extratos foi determinado o nitrogênio solúvel do malte. As amostras de malte retiradas nos tempos: 0, 30, 60, 90, 120, 180 dias foram mantidas à 2°C. Os dados da cevada antes da maltagem se encontram na Tabela 3.

Tabela 3 – Caracterização de cevada (*Hordeum vulgare*) antes da maltagem.

Análises	Resultados
Umidade	10,63 ± 0,12%
Contagem de Mil Sementes	46,5 ± 0,12g
Peso Hectolítrico	75,39 ± 0,67 Kg
Poder germinativo	94,0 ± 2,36 %
Proteínas	9,89 ± 0,65%
Lipídios	2,58 ± 0,07%
Cinzas	2,1 ± 0,01%
Carboidratos	61,0%

Fonte: Ferreira; Costa (2017).

4.2 MÉTODOS

4.2.1 DETERMINAÇÃO DE NITROGÊNIO TOTAL

Para analisar as frações nitrogenadas do malte, as análises seguiram os métodos descritos pela *EBC-European Brewery Convention (European Brewery Convention, 2005)*.

As análises de nitrogênio total foram realizadas utilizando o método micro Kjeldahl em triplicada de cada uma das amostras do malte. O nitrogênio presente na solução ácida é determinado por destilação arraste de vapor, seguida de titulação com ácido diluído, cuja determinação do percentual de proteína foi calculada pela Equação 1.

Equação 1 - Determinação do percentual de proteínas

$$\% \text{ proteínas} = \frac{V \times M \times F \times 0,014 \times 100 \times 6,25}{\text{Peso da amostra}}$$

Onde: V = volume gasto de ácido na titulação

M = molaridade do ácido (Ác. Sulfurico)

F = fator de correção

P = peso da amostra em gramas

4.2.2 DETERMINAÇÃO DE NITROGÊNIO SOLÚVEL

Para análise de nitrogênio solúvel (mg/grama de grão) foi utilizado o método 4.10 da EBC (*EUROPEAN BREWERY CONVENTION*, 2005). As análises foram feitas a partir dos extratos congelados. Os extratos foram descongelados em banho maria em temperatura ambiente. A determinação de nitrogênio solúvel utilizará o método de micro Kjeldahl. As análises foram feitas em triplicatas a partir do extrato. Para cada determinação foi utilizado 5 mL de extrato de malte.

O índice de Kolbach indica a quantidade de nitrogênio total que está na forma solúvel e reflete a atividade proteolítica existente no malte (HASSANI; ZARNKOW; BECKER, 2013). Para sua determinação utilizou-se a Equação 2:

Equação 2 – Índice de Kolbach

$$\text{Índice de Kolbach: } (\text{proteína solúvel (\%)} / \text{proteína total do malte (\%)}) \times 100$$

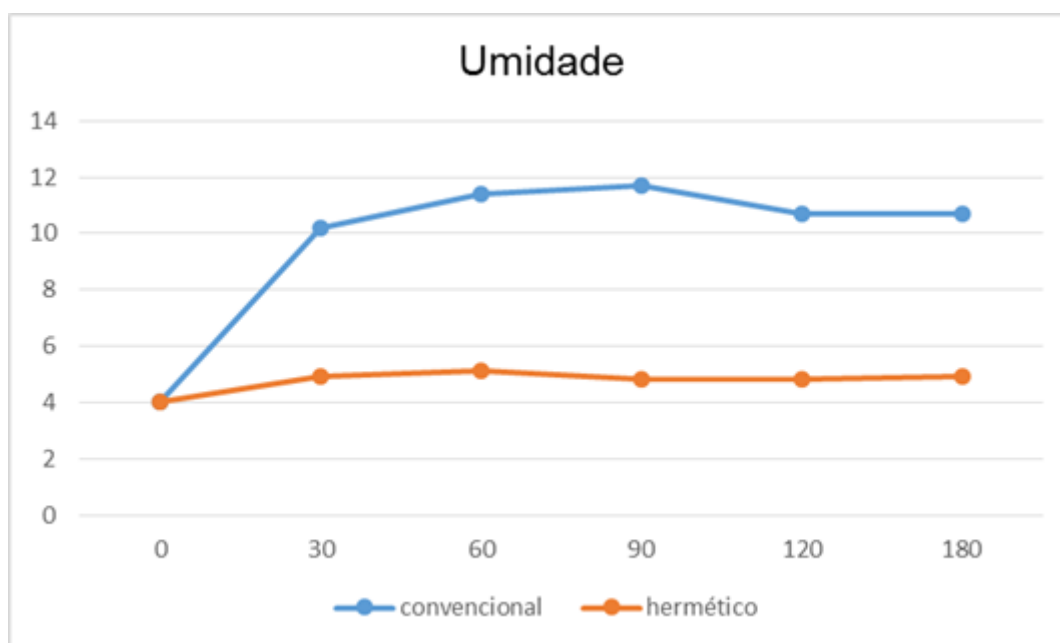
4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado, e os resultados submetidos a Análise de Variância (ANOVA), para avaliar o efeito do tempo e do sistema de armazenamento. O teste de Tukey a 1% de probabilidade foi utilizado para comparação entre as médias. O software Statistica 10.0 (*StatSoft*) foi utilizado.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Gráfico 1 é apresentada a variação dos teores de umidade do malte armazenado nos dois sistemas (hermético e convencional). Os dados se referem as amostras deste estudo mas foram obtidos do trabalho de Ferreira e Da Costa (2017). Observar-se que no sistema hermético houve menor ganho do malte comparado com o sistema convencional.

Gráfico 1 – Umidade de amostras de malte de cevada armazenadas durante 180 dias em condição ambiente, sob sistema hermético e convencional.



Fonte: Ferreira; Costa (2017).

A proteína compõem em torno de 10%, do grão de cevada, e tem grande importância na cerveja. Assim como os açúcares, as proteínas também são degradadas durante o processo cervejeiro pela ação das enzimas (KUNZE,2006). A proteína em excesso pode causar turbidez e perda de rendimento (QI et al., 2005) enquanto que baixos teores de proteína podem resultar em cervejas com pouca espuma (KUNZE, 2004). Os resultados de proteína total estão mostrados na Tabela 4. Todas as amostras apresentaram uma leve oscilação nos níveis de proteína total, tanto no armazenamento convencional quanto no armazenamento hermético. No armazenamento convencional ficou evidente que ao longo do tempo há uma tendência de aumento dos níveis de proteína total já aos 60 dias. No armazenamento hermético, embora constatado um aumento no tempo 60 dias, no restante do período não houve

diferença significativa entre as amostras para qualquer período de armazenagem. Somente aos 180 dias o malte armazenado em sistema convencional apresentou valores superiores ao do sistema hermético. Os valores encontrados para proteína oscilaram entre 11,3 e 13,2% para amostras em armazenamento convencional e 11,3 e 12,3% para amostras em armazenamento hermético. Estudo com cevada armazenada durante 5 meses em *bags* herméticos demonstrou que não houve variações significativas dos teores de proteína do malte ao longo do tempo, sempre permanecendo ente 10 e 12% para a maioria das amostras avaliadas (OCHANDIO, 2010). No Brasil, o Regulamento Técnico de Malte de Cevada não estabelece teores mínimos ou máximos de proteína no malte (BRASIL, 2013). A Convenção Europeia de Cervejarias estabelece como referência um valor de 9,2% de proteína no malte (EUROPEAN BREWERY CONVENTION, 2015).

Tabela 4 - Valores de proteína total (%) de amostras de malte armazenadas em sistema convencional (saco de rafia) e sistema hermético por 180 dias.

	Tempo de armazenamento (dias)					
	0	30	60	90	120	180
Convencional	11,3Ba	11,5Ba	12,1ABa	11,9ABa	12,3ABa	13,2Aa
Hermético	11,3Ba	12ABa	12,3Aa	11,6Ba	11,7Bb	11,3Bb

Letras maiúsculas diferentes nas linhas e letras minúsculas diferentes nas colunas indicam diferença estatística significativa entre as amostras (P<0,01)

O maior teor de umidade encontrado no malte armazenado em sistema convencional (Gráfico 1) promove condições mais favoráveis ao desenvolvimento de microorganismos, principalmente os chamados microorganismos de armazenamento que exigem menor atividade de água (a_w) para se desenvolver (SCUSSEL, 2002). Em seu desenvolvimento, esses microorganismos consomem carboidratos (processo respiratório) provenientes do malte, levando à concentração de proteína. O efeito da microflora em malte armazenado já fora observado em estudos com embalagens de malte armazenado em sistema hermético, onde depois dos 30 dias de armazenamento em condição ambiente, foi observado aumento da concentração de CO₂. Segundo os autores, a atividade fúngica no malte promoveu essa alteração, mesmo em baixos teores de umidade do malte durante o período (de 11,5 a 11% em média) (ORCHANDIO, 2010). Ao avaliar malte de sorgo armazenado durante 24 semanas em condição ambiente, os níveis de proteína aumentaram de 7,5 para 8,1%, e segundo o autor, isso ocorreu em função da atividade respiratória e atividade microbiana (ETOKAKPAN, 2004).

A Tabela 5 apresenta os valores para nitrogênio solúvel das amostras de malte armazenadas nos dois sistemas. Em ambos os sistemas de armazenamento é possível observar aumento dos teores de nitrogênio solúvel ao longo do armazenamento. Entretanto, no sistema convencional houve um aumento na fração nitrogênio solúvel muito maior, passando de 780 para 1387 mg/100g, sendo o aumento mais expressivo a partir dos 60 dias. No sistema hermético o aumento é observado a partir de 60 dias e depois não há diferença significativa nos demais períodos. Ao final de 180 dias, as amostras armazenadas em sacos de rafia (convencional) apresentaram teor de nitrogênio solúvel superior ao do sistema hermético. Segundo Tschop (1999), nitrogênio solúvel representa a quantidade de nitrogênio solubilizado no processo de mosturação. Valores ideais entre 650 a 820 mg a cada 100g de malte (matéria seca) são esperados, e valores acima deste patamar geram baixo rendimento na fabricação de cerveja e valores abaixo podem acarretar problemas na fermentação, cervejas “vazias”, problemas na espuma (ZSCHOERPER, 2009). Como se observa, os valores encontrados, estão acima dos recomendados para nitrogênio solúvel, mas a condição de armazenamento hermético apresentou menores concentrações em praticamente todo o período de armazenamento.

Tabela 5 - Valores de nitrogênio solúvel mg/100g (de amostras de malte armazenadas em sistema convencional (saco de rafia) e sistema hermético por 180 dias.

	Tempo de armazenamento (dias)					
	0	30	60	90	120	180
Convencional	780Da	799,9Db	1192,2Ba	1160,2Ba	940Cb	1387Aa
Hermético	780Ca	957,2BCa	1001,4ABb	1053,3ABa	1109Aa	1105,8Ab

Letras maiúsculas diferentes nas linhas e letras minúsculas diferentes nas colunas indicam diferença estatística significativa entre as amostras (P<0,01)

O teor de nitrogênio solúvel está relacionado à atividade das proteases, sendo que as endoproteases hidrolisam as proteínas de reserva do endosperma primeiramente em peptídeos e na sequência carboxipeptidases e aminopeptidases completam a hidrólise em aminoácidos livres (JONES, 2005). O aumento da atividade das proteases é influenciado pelos teores de umidade do malte e embora as amostras de malte apresentassem baixo teor de umidade (Gráfico 1). Grãos de aveia apresentaram a mesma atividade de lipases quando armazenados com 8 e 14% de umidade e a mesma atividade de peroxidase quando armazenados com 8 e 11% de

umidade, seja em sistema convencional como hermético (RUPOLLO *et al.*, 2004). Outros trabalhos demonstram alterações na atividade enzimática nas mais diferentes condições. Durante a etapa de secagem do malte de trigo sarraceno seco a 40°C por 40 horas foram observadas oscilações na atividade enzimática (PHIARAIS; WIJNGAARD; ARENDT, 2005) e em malte de trigo armazenado em dessecadores sob diferentes atividade de água (a_w) por 12 meses (SINGH; BAINS, 1988). Mudanças em componentes bioquímicos podem explicar esse comportamento (SINGH; BAINS, 1988). Durante a secagem e armazenamento do malte um dos cuidados é exatamente a preservação da atividade enzimática, pois são as enzimas que durante a mosturação irão promover modificações convertendo carboidratos e proteínas em compostos de cadeias menores. Em estudo com trigo sarraceno (*Fagopyrum esculentum*) os autores sugerem que o uso de secagem em dois estágios com curtos períodos de tempo são recomendáveis para a preservação da atividade enzimática (PHIARAIS; WIJNGAARD; ARENDT, 2005). O malte utilizado neste estudo foi seco em estufa em duas etapas, a primeira a 50°C por um período de 24 horas e mais 12 horas a 65°C. Estudos indicam que as exo-proteases são mais resistentes a ação do calor e provavelmente são elas que respondem pela atividade proteolítica dos maltes (LEWIS; YOUNG, 1995 *apud* PHIARAIS; WIJNGAARD; ARENDT, 2005).

Os valores encontrados neste trabalho estão acima dos ideais, ressalta-se porém que os padrões acima citados são europeus, onde os teores proteicos da cevada variam de 9,5 a 10%. No Brasil, estudo de 17 cultivares de cevada semeados em Passo Fundo (RS) demonstrou que o teor médio de proteína dos grãos era de 13,01%, com mínimo de 11,7% e máximo de 14,3% (MAYER *et al.*, 2007). O maior teor de proteína influencia nos maiores teores de nitrogênio solúvel já que sua hidrólise exerce importante efeito sobre o teor de nitrogênio solúvel do malte (JI *et al.*, 2012).

O índice de Kolbach indica o quanto do nitrogênio total está na forma solúvel e reflete a atividade proteolítica do malte, importante parâmetro de qualidade, por fornecer informações da modificação de proteína (decomposição) que ocorre no processo de maltagem. Os valores de Kolbach devem estar em torno de 39 a 45 embora alguns fabricantes de cerveja podem solicitar níveis fora desse intervalo, dependendo do tipo de cerveja a ser produzida (FOX, 2009).

Tabela 6 - Valores de Índice de Kolbach de amostras de malte armazenadas em sistema convencional (saco de rafia) e sistema hermético por 180 dias.

	Tempo de armazenamento (dias)					
	0	30	60	90	120	180
Convencional	40Ca	40Ca	51ABa	57ABa	44BCa	60Aa
Hermético	40Ca	46BCa	48ABCa	53ABCa	55ABa	57Aa

Letras maiúsculas diferentes nas linhas e letras minúsculas diferentes nas colunas indicam diferença estatística significativa entre as amostras ($P < 0,01$)

No sistema convencional os valores de índice de Kolbach mantiveram uma tendência de aumento ao longo do armazenamento (Tabela 6). Na Tabela 4 já fora observada uma tendência de aumento da proteína total com aumento mais substancial aos 180 dias. Já o aumento da fração solúvel (Tabela 5) se deu ao longo todo o tempo de armazenagem, o que resultou no comportamento de aumento do índice de Kolbach das amostras do sistema convencional. No sistema hermético também se observa aumento do índice de Kolbach (Tabela 6) que variou de 40 para 57 aos 180 dias, também resultado da maior concentração da fração solúvel. Não houve diferença significativa para os dois sistemas no mesmo período de tempo. Os altos teores de proteína encontrados na Tabela 4 provavelmente tem relação com a maior atividade enzimática, haja visto que as enzimas são proteínas. E isso se reflete tanto nas altas concentrações de nitrogênio solúvel (Tabela 5) como nos altos índices de Kolbach (Tabela 6). Uma parte da proteína do malte é solubilizada durante a maltagem, um terço da proteína é solubilizada antes da maltagem no grão de cevada, e o restante durante a mosturação (JONES; BUDDE, 2005). Por tanto, as mudanças na solubilidade da fração nitrogenada podem não ter sido tão significativa a ponto de distinguir o percentual de nitrogênio total solubilizado em função da condição de armazenamento.

6 CONCLUSÃO

O sistema hermético estabeleceu condições de armazenamento capaz de preservar os teores de proteína por mais tempo que o armazenamento convencional, bem como faz com que haja menor oscilação dos valores de nitrogênio solúvel, ficando eles mais próximos aos recomendados pela literatura. O sistema de armazenamento (convencional e hermético) não exerce efeito diferenciador para o índice de Kolbach.

Devido aos altos valores de proteína e nitrogênio solúvel, e a oscilação do Índice de Kolbach, não foi possível delimitar um tempo de armazenamento limite baseado nesses parâmetros.

REFERÊNCIAS

AKPAN, Okokon U. Etok. Changes in sorghum malt during storage. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 110, n. 3, p. 189-192, 2004.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa. **Decreto nº 2.314, de 4 de setembro de 1997**. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Diário Oficial da União. Brasília: 5 set. 1997.

CARVALHO, P. T. **Trigo com germinação pré-colheita na produção de malte**. 2015.129 f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, Universidade Estadual do Paraná, Londrina, 2015

CABRAL, R.; CORDEIRO, J. **A produção de malte**. 2012. Disponível em: http://apctm.pt/asp/docs_informacoes/doc_22.pdf. Acesso em: 03 mar.2019.

CERVESIA. **A cerveja é rica em substâncias e vegetais secundárias**. 2012. Disponível em: <http://www.cervesia.com.br/malte/132-reacoes-enzimaticas-efisico-quimicas-que-ocorrem-durante-a-malteacao-da-cevada.html>. Acesso em: 30 abr. 2019.

DRAGONE, G.; ALMEIDA E SILVA, J. B. Cerveja. In: VENTURINI FILHO, W. G. **Bebidas Alcoólicas Ciência e Tecnologia**. 1ed. São Paulo: Editora Blucher, 2010. v.1. p.19-39.

EUROPEAN BREWERY CONVENTION. **Analytica EBC**. Nürnberg: Verlag Hans Carl Getränke-Fachverlag, 2005.

EMBRAPA. **Aspectos econômicos e conjunturais da cultura da cevada**. 2012. Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/969146/1/2012documentosonline139.pdf>. Acesso em: 16 mai. 2019.

FERREIRA, F. F.; COSTA, V. L. L. **Armazenamento de malte em sistema hermético e convencional**. Dissertação – (Tecnologia em Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Londrina, 2017.

FOX, G. P. Chemical Composition in Barley Grains and Malt Quality. In: ZHANG, G.; LI, Chengdao (ED). **Genetics and Improvement of Barley Malt Quality**. Dordrecht: Springer; Hangzhou; Zhejiang University Press, 2009. p. 63-98.

FULCHER, R. G.; IRVING, D.W.; DE FRANCISCO, A. Fluorescence microscopy: applications in food analysis. In: MUNCK, L.; de FRANCISCO, A. **Fluorescence Analysis in Foods**. U.K: Longman Scientific and Technical. p.59-109, 1989.

FLECHTMAN, C. H. W.; ZEM, A. C. Ácaros de produtos armazenados In: LORINI, I.; MILKE, L. H.; SCULSSEL, V. M. **Armazenagem de grãos**. Campinas: IBG, p.807-856. 2002.

FLEURAT LESSARD, F. Qualitative reasoning and integrated management of the quality of stored grain: a promising new approach. **Journal of Stored Products Research**, v.38, p.191-218, 2002.

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**, 71. p. 1-11, 2013. Disponível em: <http://fst.sagepub.com/content/early/2013/06/10/1082013213490710> Acesso em: mar 2014.

HOSENEY, R.C. **Principles of Cereal Chemistry and Technology**. St. Paul, Minnesota: American Association of Cereal chemists, Inc. v. 2, 1994.

HOUGH, J. S. **Biología de la cerveza y de la malta**. Zaragoza: Acribia, p. 9-20, 1990.

JIN, Y.; DU, J.; ZHANG, K.; XIE, L.; LI, P. Relationship between Kolbach index and other quality parameters of wheat malt. **Journal of Institute of Brewing**, v. 118, n. p. 57-62, 2012.

JONES, B. L. Endoproteases of barley and malt. **Journal of Cereal Science**, v. 42, n. 2, p. 139-156, 2005.

KENT, N. L. Tecnologia de los cereales. **Introduccion para Estudiantes de ciência de los alimentos y agricultura**. Zaragoza: Acribia, 1987.

KUNZE, W.; MIETH, H. O. **Technology brewing and malting**. 3ª Edição. Editora VLB. Berlin, 2004.

KUNZE, W. **Tecnologia para Cerveceros y Malteros**. 1 ed. Berlin: Versuchs-und Lehranstalt fur Brauerei Berlin, 2006, 1075 p.

KUNZE, W. **Technology brewing and malting**. 2ºed. Berlin: VLB Berlin, 1999.

LIMA, L. L. A.; FILHO, A. B. M. **Técnico em alimentos: tecnologia de bebidas**. 2011.

LEWIS, M. J; YOUNG, T. W. **Brewing**. 2º ed. London: Chapman and Hall, 1995.

McENTYRE, E.; RUAN, R.; FULCHER, R.G. Comparison of water absorption patterns in two barley cultivars, using Magnetic Resonance Imaging. **Cereal Chemistry**, St Paul, v. 75, n. 6, p. 792-795.1998.

MacGREGOR, A. W.; FINCHER, G. B. Carbohydrates of the barley grain In: MacGREGOR, A. W.; BHATTY, R. S. **Barley: Chemistry and Technology**. St. Paul, Minnesota: American Association of Cereal Chemists, Inc. p. 73-130, 1993.

MUNCK, L. Advances in barley quality. Experiences and Perspectives. **Options Méditerranéennes – Série Séminaires. New Trends in Barley Quality for Malting and Feeding**, n. 20, p. 9-18, 1991.

OCHANDIO, D. C. Storage of quality malting barley in hermetic plastic bags. **Julius-Kühn-Archiv**, n. 425, p. 331, 2010.

OSMAN, A.M.; COVERDALE, S.M.; COLE, N.; HAMILTON, S.E.; JERSEY, J.; INKERMAN, P.A. Characterization and assessment of the role of barley malt endoproteases during malting and mashing. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 108, n. 1, p. 62-67, 2002.

PIXTON, S. W.; HENDERSON, Sylvia. The moisture content—Equilibrium relative humidity relationship of malt. **Journal of Stored Products Research**, n.17, v.4, p.191-195, 1981.

PINTO, A. R. M. **Avaliação do processo de secagem no fabrico do malte**. 2013. 81 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Alimentar – Processamento de Alimentos) – Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2013.

PORTO, P. D. **Tecnologia de fabricação de malte: uma revisão**. 2011. 56f. Monografia (Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

PUZZI, D. Rede armazenadora de grãos. **Abastecimento e armazenagem de grãos**. Campinas, SP: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1971. P.155-176.

QI, J. et al. Protein and hordein fraction content in barley seeds as affected by sowing date and their relations to malting quality. **Journal of Zhejiang University Science B**, Hangzhou, v.6, n.11, p.1069-1075, 2005.

RUPOLLO, G.; GUTKOSKI, L. C.; MARINI, L. J.; ELIAS, M. C. Sistemas de armazenamentos hermético e convencional na conservabilidade de grãos de aveia. **Ciência Rural**. Santa Mariana, 2004. v. 34, n.6, p. 1715- 1722.

SINGH, T.; BAINS, G. S. Grain Extract-Milk Beverage: Processing and Physicochemical Characteristics. **Journal of Food Science**, v. 53, n. 5, p. 1387-1390, 1988.

SCHMITT, M. R.; SKADSEN, R.W.; BUDDE, A.D. **Protein mobilization and malting- specific proteinase expression**; Journal of Cereal Science, v. 58, 2013, p. 324-332.

SCUSSEL, V. M. Fungos em grãos armazenados In: LORINI, I.; MILKE, L. H.; SCUSSEL, V. M. **Armazenagem de grãos**. Campinas: IBG, p. 675-692.

TSCHOPE, E.; NOHEL, F. **A Malteação de Cevada**. Rio de Janeiro. SENAI, 1999.

VAN DEN BOOM, A.; SERRA-MAJEM, L.; RIBAS, L.; NGO, J.; PÉREZ-RODRIGO, C.; ARANCETA, J.; FLETCHER, E. The contribution of ready-to-eat cereals to daily nutrient intake and breakfast quality in a mediterranean setting. **Journal of the American College of Nutrition**, v.25, p.135-143, 2006.

VÁZQUEZ, D.et al. Influence of cultivar and environment on quality of Latin American wheats. **Journal of Cereal Science**, v. 56, n. 2, p. 196-203, 2012.

ZSCHOERPER, O. P. **Apostila Curso Cervejeiro e Malteador** – AMBEV. Porto alegre, 2009.