

## **Produção de maltes especiais de trigo em escala piloto, produção e caracterização de cerveja**

**Production of special wheat malts on a pilot scale, beer production and characterization**

**Producción de maltas especiales de trigo a escala piloto, producción y caracterización de cerveza**

Recebido: 11/02/2021 | Revisado: 20/02/2021 | Aceito: 25/02/2021 | Publicado: 03/03/2021

### **Lorena Saviani Trentin**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1893-1738>  
Universidade Estadual de Maringá, Brasil  
E-mail: [lorenatrentin@hotmail.com](mailto:lorenatrentin@hotmail.com)

### **Ghiovani Zanzotti Raniero**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9360-6292>  
Universidade Estadual de Maringá, Brasil  
E-mail: [ghiovaniraniero@gmail.com](mailto:ghiovaniraniero@gmail.com)

### **Crislayne Teodoro Vasques**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9821-0035>  
Universidade Estadual de Maringá, Brasil  
E-mail: [crislayne\\_vasques@hotmail.com](mailto:crislayne_vasques@hotmail.com)

### **Kimberli Pauline Berwig**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7056-2517>  
Universidade Estadual de Maringá, Brasil  
E-mail: [kim.berwig@gmail.com](mailto:kim.berwig@gmail.com)

### **Eloize da Silva Alves**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3340-8374>  
Universidade Estadual de Maringá, Brasil  
E-mail: [eloizeetaus@gmail.com](mailto:eloizeetaus@gmail.com)

### **Maiara Pereira Mendes**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7475-0272>  
Universidade Estadual de Maringá, Brasil  
E-mail: [mahpmendes@gmail.com](mailto:mahpmendes@gmail.com)

### **Antônio Roberto Giriboni Monteiro**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1894-0765>  
Universidade Estadual de Maringá, Brasil  
E-mail: [argmonteiro@uem.br](mailto:argmonteiro@uem.br)

### **Resumo**

A cerveja é uma das bebidas mais consumidas em todo o mundo e para sua produção são necessários como ingredientes, o malte, a água, lúpulo, leveduras e adjuntos, sendo o malte o principal ingrediente e aquele que define a qualidade e sabor da bebida. Todavia, o malte se dá pelos processos de maceração, germinação e secagem. O grão mais utilizado pelas indústrias é a cevada, mas neste trabalho usou-se como matéria-prima o trigo, pois é o cereal de maior produção no mundo. Dois tipos de maltes podem ser obtidos no processo de secagem, o malte Pilsen e o malte especial. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo produzir maltes de trigo especiais e torrados em escala piloto e produzir cervejas a partir dos mesmos. Foram produzidos três tipos de malte, os quais foram analisados quanto à sua composição centésima, teste de germinação e teor de sólidos solúveis. A cerveja foi caracterizada por meio de análises e através da aceitação sensorial e intenção de compra. As maiores temperaturas e tempo de secagem resultaram em diminuição da umidade, carboidrato e aumento da fibra no malte, diferentes teores de sólidos solúveis no mosto e uma maior coloração e menor pH nas cervejas ( $p < 0,05$ ). Não houve efeito nos demais parâmetros avaliados ( $p < 0,05$ ). Quanto à aceitação sensorial os provadores gostaram de regularmente à não gostaram e nem desgostaram das bebidas. Na intenção de compra as amostras que receberam as maiores médias na análise sensorial se mantiveram como as que provavelmente seriam compradas pelos provadores.

**Palavras-chave:** Análise sensorial; Malteação; Secagem; Temperaturas.

### **Abstract**

Beer is one of the most consumed beverages in the world and for its production, malt, water, hops, yeasts and adjuncts are needed as ingredients, with malt being the main ingredient and one that defines the quality and flavor of the drink. However, malt occurs through maceration, germination and drying processes. The grain most used by industries is barley, but in this work wheat was used as a raw material, as it is the cereal with the greatest production in the world. Two types of malts can be obtained in the drying process, Pilsen malt and special malt. Thus, this work aimed to

produce special and roasted wheat malts on a pilot scale and to produce beers from them. Three types of malt were produced, which were analyzed for their hundredth composition, germination test and soluble solids content. Beer was characterized through analysis and through sensory acceptance and purchase intention. The higher temperatures and drying time resulted in decreased moisture, carbohydrate and increased fiber in the malt, different levels of soluble solids in the must and a greater color and lower pH in the beers ( $p < 0.05$ ). There was no effect on the other parameters evaluated ( $p < 0.05$ ). As for the sensorial acceptance, the tasters regularly liked to disliked and disliked the drinks. In the intention to purchase the samples that received the highest averages in the sensory analysis remained as those that would probably be purchased by the tasters.

**Keywords:** Sensory analysis; Malting; Drying; Temperatures.

### Resumen

La cerveza es una de las bebidas más consumidas en el mundo y para su elaboración se necesitan como ingredientes malta, agua, lúpulo, levaduras y coadyuvantes, siendo la malta el ingrediente principal y el que define la calidad y sabor de la bebida. Sin embargo, la malta se produce mediante procesos de maceración, germinación y secado. El grano más utilizado por las industrias es la cebada, pero en esta labor se utilizó el trigo como materia prima, ya que es el cereal de mayor producción del mundo. Se pueden obtener dos tipos de maltas en el proceso de secado, malta Pilsen y malta especial. Así, este trabajo tuvo como objetivo producir maltas de trigo especiales y tostadas a escala piloto y elaborar cervezas a partir de ellas. Se produjeron tres tipos de malta, que se analizaron para su composición centésima, prueba de germinación y contenido de sólidos solubles. La cerveza se caracterizó mediante el análisis y la aceptación sensorial y la intención de compra. Las temperaturas más altas y el tiempo de secado resultaron en disminución de humedad, carbohidratos y aumento de fibra en la malta, diferentes niveles de sólidos solubles en el mosto y un mayor color y menor pH en las cervezas ( $p < 0.05$ ). No hubo efecto sobre los otros parámetros evaluados ( $p < 0.05$ ). En cuanto a la aceptación sensorial, a los catadores les gustaba con regularidad que no les gustaran las bebidas. En la intención de compra las muestras que recibieron los promedios más altos en el análisis sensorial quedaron como las que probablemente serían compradas por los catadores.

**Palabras clave:** Análisis sensorial; Malteado; El secado; Temperaturas.

## 1. Introdução

A cerveja é uma das bebidas mais antigas no mundo e de baixo teor alcoólico, seu mercado é extremamente competitivo, e tem se tornado mais acentuado nos últimos anos (Bogdan & Kordialik-Bogacka, 2017; Mesquita, Ramos, Everton, Filho & Coêlho, 2020). De acordo com Pascari, Ramos, Marín, e Sanchís (2018), em termos de matérias-primas, cinco ingredientes estão envolvidos na produção de cerveja, o malte, lúpulo, água, leveduras e adjuntos, sendo a sua qualidade um fator decisivo na criação das características sensoriais do produto final.

Convencionalmente o grão mais utilizado para maltear é a cevada, no entanto outros grãos como o trigo, podem ser malteados e usados na produção de cerveja (Macleod & Evans, 2016). Alternativamente, o trigo é usado como parte dos ingredientes da produção de cerveja, baseado nos componentes similares da cevada (Jin et al., 2018).

É fundamental que a indústria cervejeira saiba como os ingredientes e suas interações influenciam na qualidade do produto final (Iimure & Sato, 2013; Mesquita, Ramos, Everton, Filho & Coêlho, 2020), pois as características sensoriais, como sabor, aroma, aparência e sensação na boca, intrínsecas da bebida, são muito discerníveis pelos consumidores (Bettenhausen et al., 2018).

O grão contribui no sabor da bebida, através do processo de maltagem, além de que o malte fornece proteínas, amido, enzimas, sacarídeos e nitrogênio, os quais facilitam as reações no processo de fermentação, essas características definem a qualidade do malte (Bettenhausen et al., 2018).

Dessa forma, o principal papel do processo de maltagem é enriquecer o grão com enzimas e formar compostos aromáticos (Pascari, Ramos, Marín, & Sanchís, 2018), na qual a maximização da produção e/ou liberação dessas enzimas tende a degradar a parede celular, solubilizando assim as proteínas, com mínima quebra do amido (Macleod & Evans, 2016).

Este processo de maltagem se dá em três etapas: maceração, germinação e secagem. Na maceração o grão é embebido em água, o que faz com que o endosperma e o embrião sejam hidratados. Na germinação, as enzimas são sintetizadas, ativadas

e mobilizadas, e o embrião começa a se desenvolver e o grão apresenta radículas. Já na última etapa, com o tratamento térmico, interrompe-se o crescimento do grão e a retirada da umidade (Macleod & Evans, 2016).

Dois tipos de maltes podem ser obtidos no processo de secagem, o malte Pilsen e o malte especial. Para ter cor e aroma, os maltes especiais passam por temperaturas altas, que causam desnaturação das enzimas, por esta razão, faz-se o *blend* de maltes Pilsen com o especial, trazendo à bebida: aroma, sabor, corpo, espuma e, sobretudo, açúcares para as leveduras (Lamas Brew Shop, 2018).

A produção global anual de malte varia de 18 a 22 milhões de toneladas, desses, 94% vão para a produção de cerveja (Ullrich, 2010; Gorzolka et al, 2012). Embora o malte seja a principal matéria-prima para a produção da cerveja, no Brasil só há três maltarias, dessa forma, para suprir as demandas necessárias o Brasil importa, criando uma dependência com o mercado externo, principalmente para os maltes especiais.

Dessa forma, este trabalho tem como objetivo produzir maltes de trigo especiais e torrados em escala piloto e produzir cervejas a partir dos mesmos.

## 2. Metodologia

O método científico selecionado para a pesquisa realizada foi um estudo de natureza quantitativa (Pereira, Shitsuka, Pereira, & Shitsuka, 2018).

A produção do malte em escala piloto ocorreu no laboratório de cerveja da Universidade Estadual de Maringá – UEM, na cidade de Maringá e seguiu a metodologia de Vegi, Schwarz, e Wolf-Hall (2011), com modificações. O experimento foi realizado em três tratamentos.

### Produção do malte

O trigo utilizado para a produção do malte foi adquirido em uma cooperativa da região de Maringá-PR, da espécie Trigo Cultivar, lote T2016-17/T2018-17, 100% puro e com taxa germinativa estimada pela indústria de 92%. Como já descrito, o malteamento se dá por três etapas: maceração, germinação e secagem.

### Teste de preliminar de germinação

Antes da produção dos maltes que seriam utilizados na cerveja, foi realizado um teste preliminar com três tempos de germinação, todos nas mesmas condições (16°C e 99% de umidade do ar na *Biologic Oxygen Demand* - B.O.D) e simultaneamente, com o intuito de saber qual o melhor tempo de germinação. O primeiro tempo foi de 90 horas, o segundo de 102 horas e o terceiro de 114 horas. Ao final da germinação foi realizado o teste de taxa germinativa.

### Maceração

Antes de começar a maceração, foi determinada a umidade inicial do grão, que era de 12,08%. Em béqueres, foram pesados 500g de trigo e adicionados aproximadamente 500 mL de água, os quais ficaram condicionados em B.O.D. à 16 °C por 10 horas. Após as infusões, os grãos foram drenados e arejados por 2 horas, também em B.O.D. na mesma temperatura. Este ciclo de estágios alternados, úmido e seco foi repetido até completar 48 horas.

### Germinação

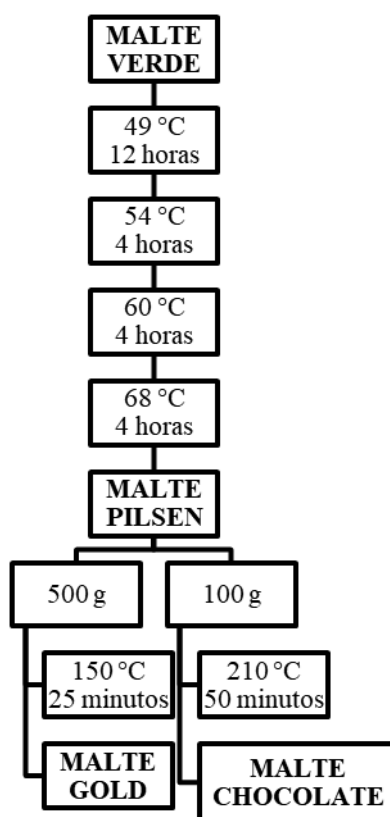
Após a maceração os grãos de trigo foram despostos em bandejas de polietileno e mantidas na B.O.D. a 16 °C, com a umidade em torno de 99%, por 90 horas. A cada 24 horas, as amostras eram agitadas, para evitar o fosqueamento.

## Secagem

Após a germinação, realizou-se o teste de germinação e as amostras levadas à estufa, onde as temperaturas foram aumentadas gradualmente, iniciando em 49 °C até 68 °C, durante 24 horas, conforme a Figura 1. Obtendo-se, dessa forma, o malte Pilsen.

Para a produção do malte especial Gold foram separados 500 g do malte Pilsen e levados ao forno a 150 °C por 25 minutos (Figura 1), onde de 5 em 5 minutos os grãos eram agitados. Enquanto que para o malte torrado Chocolate foi separado 100 g do malte Pilsen, e os mesmos permaneceram no forno por 50 minutos a 210 °C (Figura 1), sendo agitados de 10 em 10 minutos. Essa agitação era necessária para assegurar uma torra homogênea dos grãos. Após o preparo dos maltes, foi realizada a composição centesimal.

**Figura 1** - Fluxograma de produção: Temperatura e tempo de secagem.



Fonte: Vegi, Schwarz, e Wolf-Hall (2011); Autores (2020).

## Produção da cerveja

Para a mosturação removeu-se as radículas dos maltes por atrito e triturou-se a seco 330 g de cada tratamento no moinho de rolo. O primeiro tratamento foi realizado com 100% de malte base, seco e sem torra (Pilsen), o segundo tratamento foi realizado com 50% de malte base (Pilsen) e 50% de malte parcialmente torrado (Gold), o terceiro tratamento teve 92,53% de malte base (Pilsen) e 7,57% de malte torrado (Chocolate), todos os tratamentos foram realizados em duplicata.

O malte foi adicionado em 1800 mL de água a 45 °C, por 10 minutos, com o intuito de hidratar o amido, e ativar as proteases que atuam nessa faixa de temperatura. A partir deste tempo, a temperatura foi elevada, a uma taxa de 1 °C por minuto, até atingir 62 °C, permanecendo por 30 minutos, ativando assim a  $\beta$ -amilase. Repetiu-se a mesma taxa até 68 °C, permanecendo também por 30 minutos, ativando a  $\alpha$ -amilase. E após, até 78 °C por 10 minutos, realizando o *mash out* (inativação das enzimas).

Após a mosturação foi realizada a filtração através de um cone metálico que atuou como fundo falso. O mosto primário foi separado do bagaço do malte por filtração, convencional sob pressão atmosférica, utilizando o próprio bagaço como filtro. A torta restante após a filtragem foi lavada com 500 g de água a 78 °C, com o intuito de extrair o açúcar residual, obtendo dessa forma o mosto secundário.

Os mostos primário e secundário foram misturados e deu-se início à fervura a 100 °C durante 60 minutos, adicionando o lúpulo de amargor, (1 g/L) nos primeiros 5 minutos e a segunda adição em 50 minutos. Ao final da fervura realizou-se a operação de *whirlpool* (movimento circular feito no mosto, para decantar lúpulo e proteínas), esse movimento foi realizado por 30 segundos, e esperou-se 30 minutos de repouso, para separação do trub (partículas), por decantação. Ao final da fervura de cada tratamento, fez-se a leitura do teor de sólidos solúveis.

O mosto clarificado foi resfriado a 20 °C e transferido para o fermentador, onde se realizou a inoculação da levedura no mosto cervejeiro (0,5 g de levedura seca por litro de cerveja) então teve início o processo de fermentação, durando 7 dias, em uma temperatura de 18 °C e 3 dias a 20 °C para cerveja tipo Ale. Ao final da fervura, o fermentador foi esfriado em 0 °C, durante 2 dias, decantando o fermento. Após a fermentação foram novamente aferidos os valores de sólidos solúveis, também foram realizadas as análises de pH, cor e outros cálculos envolvendo esses dados.

Decorridos os 2 dias, a bebida foi transferida para o recipiente de maturação, permanecendo ali por 21 dias com a temperatura em 0 °C e em seguida realizado o envase em garrafas pet de 2 litros. Nesta etapa foi adicionado 2,5 atm de CO<sub>2</sub>, para forçar a carbonatação na bebida, durante 1 dia a 0 °C, onde o CO<sub>2</sub>, se dissolveu na cerveja, após essa etapa as cervejas já carbonatadas foram armazenadas em garrafas de vidro na cor âmbar de 300 mL, e novamente armazenadas a 0 °C.

### **Teste de taxa germinativa**

A taxa germinativa foi executada seguindo a metodologia da European Brewery Convention – EBC (2007), onde de 100 grãos aleatórios de cada amostra, contaram-se os que germinaram.

### **Composição centesimal**

A composição centesimal foi realizada no malte depois de pronto. O teor de umidade e cinzas foram determinados de acordo com a AOAC (2005). A análise de lipídios seguiu o método de extração a frio conforme a metodologia de Bligh e Dyer (1959). Para determinar o teor de fibras seguiu-se a metodologia descrita por Cecchi (2003). Para a análise de proteína foi utilizado o método de Kjeldahl, conforme metodologia proposta por Instituto Adolfo Lutz (Lutz, 2008). O carboidrato foi estimado por diferença, onde se diminuiu de 100% o somatório de umidade, cinzas, lipídios, teor de fibras e proteína.

### **Teor de sólidos solúveis**

Os teores de sólidos solúveis (TSS) foram determinados no mosto (TSS Inicial) e na cerveja pronta (TSS Final) utilizando refratômetro digital (Atago, modelo PAL -1).

### **Caracterização da cerveja**

A cor foi determinada em turbidímetro portátil digital (Quimis, modelo Q279P) e dada na escala EBC – European Brewery Convention. Enquanto para determinar o pH, foi utilizado o phmetro portátil.

Já as demais análises de caracterização da cerveja seguiram a metodologia da European Brewery Convention – EBC (2007), e foram expressas em Specific Gravity (SG) para as densidades, Plato para os extratos, quilocalorias por litro (kcal/L) para o valor calórico e porcentagem (%) para o álcool e para a atenuação.

### **Análise sensorial e intenção de compra**

A análise sensorial de aceitação das cervejas produzidas a partir dos maltes feitos em escala piloto foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Maringá, onde oitenta e três provadores participaram do teste, desses, 36 mulheres e 47 homens.

Foram analisados os atributos aparência, cor, aroma, sabor e impressão global, sendo utilizada uma escala hedônica de 9 pontos, sendo 9 gostei muitíssimo, 5 nem gostei/nem desgostei e 1 desgostei muitíssimo.

O teste de intenção de compra foi aplicado para cada uma das amostras utilizando uma escala de três pontos, sendo 3 certamente compraria, 2 tenho dúvida se compraria e 1 certamente não compraria.

Foi aplicado em cabines individuais, utilizando luz branca e as amostras codificadas com três números aleatórios foram servidas simultaneamente em copos plásticos de 50 ml.

A análise sensorial e o teste de intenção de compra foram realizados com a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Maringá (CAAE 18718013.3.0000.0104).

### **Análise estatística**

As análises foram conduzidas em triplicata, onde as médias foram determinadas com desvios padrão (média  $\pm$  desvio padrão). O teste de germinação foi realizado após a etapa de germinação, já a composição centesimal foi avaliada após a etapa de secagem, ou seja, no malte, o teor de sólidos solúveis inicial no mosto, enquanto que o teor de sólido solúvel final, a caracterização e a análise sensorial e de aceitação foram realizadas nas cervejas. Os tratamentos foram analisados utilizando o programa de análise estatística Sisvar 5.6 (Ferreira, 2011). Os resultados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e a determinação de diferenças significativas entre as médias dos tratamentos foi feita por teste de Tukey ( $p < 0.05$ ).

## **3. Resultados e Discussão**

### **Teste preliminar de germinação**

Ao final do teste preliminar germinativo constatou-se que não houve diferença significativa entre os três tratamentos ( $p > 0,05$ ), como é possível observar na Tabela 1.

**Tabela 1** - Porcentagem de germinação dos grãos de trigo.

<b>Tratamento</b>	<b>Tempo de Germinação</b>	<b>Porcentagem de Germinação</b>
<b>1</b>	90 horas	97,00 <sup>a</sup> $\pm$ 1,15
<b>2</b>	102 horas	97,00 <sup>a</sup> $\pm$ 3,54
<b>3</b>	114 horas	99,00 <sup>a</sup> $\pm$ 1,41

Média  $\pm$  desvio padrão, onde as letras diferentes nas colunas indicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos. Fonte: Autores (2020).

Dessa forma, decidiu-se utilizar o menor tempo, tornando o processo mais rápido e por ter melhor custo benefício, visto que, os três além de não apresentarem diferença ( $p > 0,05$ ) também estavam em concordância com a Portaria nº 691 de 22 de novembro de 1996 (Brasil, 1996).

### **Taxa germinativa**

Dentre os grãos, que foram usados nas cervejas e tiveram tempo de germinação de 90 horas, 97% germinaram, sendo a mesma porcentagem do teste preliminar, estando também em cumprimento com a Portaria nº 691 (Brasil, 1996).

### Composição centesimal

Na Tabela 2, encontram-se as médias dos resultados da composição centesimal para cada tratamento de malte. Observa-se que não houve efeito do tempo e da temperatura de secagem pra os teores de proteína, cinzas e lipídios ( $p>0,05$ ), a diferença desses parâmetros durante a secagem resultou em diminuição da umidade e do carboidrato e aumento das fibras ( $p<0,05$ ).

**Tabela 2** - Parâmetros da composição centesimal nos maltes (%).

Malte	Umidade	Proteína	Cinzas	Lipídios	Fibras	Carboidrato
<b>Pilsen</b>	7.27 <sup>a</sup> ±0.14	9.98 <sup>a</sup> ± 0.55	1.34 <sup>a</sup> ± 0.15	1.54 <sup>a</sup> ± 0.14	1.95 <sup>b</sup> ± 0.17	77.92 <sup>a</sup> ± 0.63
<b>Gold</b>	5.37 <sup>b</sup> ± 0.03	10.70 <sup>a</sup> ± 0.46	1.25 <sup>a</sup> ± 0.11	1.86 <sup>a</sup> ± 1.16	2.26 <sup>b</sup> ±0.11	78.55 <sup>a</sup> ± 0.37
<b>Chocolate</b>	2.86 <sup>c</sup> ± 0.01	10.42 <sup>a</sup> ± 0.70	1.34 <sup>a</sup> ± 0.07	1.88 <sup>a</sup> ± 0.12	11.86 <sup>a</sup> ± 0.39	71.64 <sup>b</sup> ± 0.42

Média ± desvio padrão, onde as letras diferentes nas colunas indicam diferença significativa ( $p<0,05$ ) entre os tratamentos. Fonte: Autores (2020).

De acordo com Magalhães et al. (2011), a umidade diminui à medida que a cor do malte aumenta. Conforme os parâmetros de secagem aumentavam, a umidade dos maltes diminuía significativamente, devido à temperatura em que os grãos eram submetidos (Gold 150 °C e Chocolate 210 °C) e ao tempo em que os mesmos permaneceram no processo de secagem (25 e 50 minutos respectivamente). Estando, dessa forma, em conformidade com estudos anteriores (Magalhães et al., 2011; Yahya, Linforth, & Cook, 2014).

Ocorrendo o mesmo com o carboidrato, pois embora o Pilsen e o Gold não tenham apresentado diferença significativa entre si ( $p>0,05$ ), os mesmos o tiveram quando comparados ao malte Chocolate. Em contrapartida, os teores fibras foram aumentando de um tratamento para outro, não havendo diferença significativa ( $p>0,05$ ) do Pilsen com o Gold, somente do Chocolate para com os demais tratamentos. Observou-se que quanto maior o tempo e temperatura de secagem maior a quantidade de fibra presente, onde os teores de fibras dos maltes foram de 1,95 do malte Pilsen a 11,86 do malte Chocolate. A quantidade de fibra no malte interfere no processo de filtração do mosto.

### Teor de sólidos solúveis inicial e final

Na Tabela 3 estão apresentadas as médias dos resultados dos Teores de Sólidos Solúveis (TSS) tanto inicial quanto o final, realizado nos diferentes tratamentos de malte. Os tempos e temperaturas de secagem não tiveram efeito no TSS final ( $p>0,05$ ), no entanto, resultou em diferente TSS inicial ( $p<0,05$ ).

**Tabela 3** - Parâmetros do teor de sólidos solúveis inicial e final.

Tratamento	TSS Inicial	TSS Final
<b>Pilsen</b>	10.45 <sup>b</sup> ± 0.31	5.62 <sup>a</sup> ± 0.02
<b>Gold</b>	10.13 <sup>c</sup> ± 0.28	5.45 <sup>a</sup> ± 0.21
<b>Chocolate</b>	10.77 <sup>a</sup> ± 0.05	5.60 <sup>a</sup> ± 0.05

Média ± desvio padrão, onde as letras diferentes nas colunas indicam diferença significativa ( $p<0,05$ ) entre os tratamentos. Fonte: Autores (2020).

O teor de sólidos solúveis indica a quantidade de açúcares presente e embora no mosto tenha apresentado diferença no TSS entre todos os tratamentos ( $p < 0,05$ ), quando o mesmo foi avaliado nas cervejas, nota-se que os teores caíram pela metade e que os diferentes parâmetros de secagem não mostraram nenhuma diferença significativa entre os tratamentos ( $p > 0,05$ ), estando de acordo com pesquisas de outros autores (Pereira & Leitão, 2016).

### Caracterização das cervejas

Na Tabela 4, estão apresentadas as médias dos resultados da caracterização das cervejas de cada tratamento. Os diferentes tempos e temperaturas de secagem e o blend com os maltes, resultou em redução do pH e aumento da cor em relação a cerveja de malte Pilsen ( $p < 0,05$ ). Não efetuando nenhuma diferença significativa nos demais parâmetros analisados ( $p > 0,05$ ).

**Tabela 4** - Parâmetros da caracterização das cervejas.

Análises	Tratamentos		
	Pilsen	Gold	Chocolate
<b>Cor</b>	10.62 <sup>c</sup> ± 0.33	47.72 <sup>a</sup> ± 0.77	37.17 <sup>b</sup> ± 1.00
<b>pH</b>	3.85 <sup>a</sup> ± 0	3.78 <sup>b</sup> ± 0	3.75 <sup>b</sup> ± 0.04
<b>Densidade Inicial</b>	1.041 <sup>a</sup> ± 0	1.039 <sup>a</sup> ± 0	1.042 <sup>a</sup> ± 0
<b>Densidade Final</b>	1.010 <sup>a</sup> ± 0	1.010 <sup>a</sup> ± 0	1.009 <sup>a</sup> ± 0
<b>Extrato Inicial</b>	10.20 <sup>a</sup> ± 0.34	9.84 <sup>a</sup> ± 0.17	10.44 <sup>a</sup> ± 0
<b>Extrato Aparente</b>	2.69 <sup>a</sup> ± 0.18	2.69 <sup>a</sup> ± 0.18	2.44 <sup>a</sup> ± 0.18
<b>Extrato Real</b>	4.05 <sup>a</sup> ± 0.08	3.99 <sup>a</sup> ± 0.18	3.89 <sup>a</sup> ± 0.15
<b>Álcool por Volume</b>	4.00 <sup>a</sup> ± 0.28	3.80 <sup>a</sup> ± 0	4.25 <sup>a</sup> ± 0.07
<b>Álcool por Peso</b>	3.15 <sup>a</sup> ± 0.21	3.00 <sup>a</sup> ± 0	3.55 <sup>a</sup> ± 0.35
<b>Atenuação Aparente</b>	73.55 <sup>a</sup> ± 2.62	72.65 <sup>a</sup> ± 1.34	76.65 <sup>a</sup> ± 1.77
<b>Atenuação Real</b>	60.25 <sup>a</sup> ± 2.19	59.50 <sup>a</sup> ± 1.13	62.80 <sup>a</sup> ± 1.41
<b>Total de Calorias</b>	380.45 <sup>a</sup> ± 12,37	366.30 <sup>a</sup> ± 7,64	388.50 <sup>a</sup> ± 0,99
<b>Calorias do Álcool</b>	222.60 <sup>a</sup> ± 15,7	211.25 <sup>a</sup> ± 0,35	237.25 <sup>a</sup> ± 5,02

Média ± desvio padrão, onde as letras diferentes nas linhas indicam diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos. Fonte: Autores (2020).

Como a cor foi analisada nas cervejas prontas, a mesma apresentou diferença entre todos os tratamentos ( $p < 0,05$ ). A cerveja tipo Pilsen entre todas foi a que apresentou coloração mais clara, isso porque, em sua produção foi utilizado somente o malte base (Pilsen). Na sequência vem a cerveja de malte chocolate, que em sua formulação foi utilizado apenas 7,57% de malte torrado e 92,43% do malte base. Enquanto que a cerveja produzida com o malte Gold foi a que apresentou coloração maior, isso se explica pela concentração de malte especial utilizado, sendo 50% do malte base e 50% do malte Gold, obtendo-se dessa forma, uma cerveja escura. Estando todas de acordo com a Lei n° 8.918, de 14 de julho de 1994 (Brasil, 2009), a qual define que cervejas classificadas como claras tenham que dar até 20 EBC e as classificadas como escuras, maiores que 20 unidades EBC.



O pH é um importante determinante da atividade enzimática, além de ajudar a manter coloração durante a fermentação (Bogdan, & Kordialik-Bogacka, 2017). Dessa forma, o pH tende a ser mais baixo em maltes especiais quando comparados ao malte base, devido a alta temperatura usada em sua produção acarretando dessa forma a perda enzimática (Magalhães et al. 2011). Os resultados corroboram, onde as cervejas de malte Gold e de Chocolate não tiveram diferença significativa ( $p>0,05$ ), apresentando diferença apenas com a cerveja de malte Pilsen ( $p<0,05$ ).

Os resultados do presente trabalho indicam que os diferentes parâmetros de secagem e o blend dos maltes, não tiveram influência nas densidades, nos extratos, no álcool, na atenuação e nas calorias ( $p>0,05$ ), e que esses estão em conformidade com a literatura.

Em relação à densidade, o resultado obtido para os três tipos cervejas foi de 1.010 sg para a cerveja Pilsen e Gold e de 1.009 para a cerveja de malte Chocolate. Estes valores são próximos ao obtido por Pereira e Leitão (2016), que ao estudarem cervejas tipo Pilsen, obtiveram valores de densidade de 1,020 a 1,024 sg.

A Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994 (Brasil, 2009), define extrato inicial ou primitivo, como a quantidade de substâncias (extrato) do mosto que deu origem à cerveja, e classifica as cervejas como: cerveja leve; cerveja; cerveja extra e cerveja forte, dependendo do valor do extrato inicial. As cervejas deste trabalho enquadram-se como cervejas leves, que são aquelas em os extratos vão de 5,0 a 10,5%, pois seus extratos iniciais foram de 9,84 a 10,44 plato. O extrato aparente é expresso durante a fermentação, enquanto que o real embora também seja medido durante o processo de fermentação, considera a densidade do álcool (Dias Junior, Vieira, & Ferreira, 2009). Os resultados do extrato aparente e do real corroboram os de outros autores (Brunelli; Mansano, & Venturini Filho, 2014).

A cerveja pode também ser classificada quanto ao seu teor alcoólico, podendo ser: cerveja sem álcool (menor que 0,5% de álcool por peso); cerveja de baixo teor alcoólico (de 0,5 a 2% de álcool por peso); cerveja de médio teor alcoólico (de 2% a 7% de álcool por peso) e a cerveja concentrada (acima de 7% de álcool por peso) (Brasil, 2014). As cervejas desta pesquisa se classificam como de médio teor alcoólico, pois apresentaram de 3 a 3,55% de álcool por peso.

### Análise sensorial e intenção de compra

Na Tabela 5, estão os valores de aceitação sensorial dos três tipos de cervejas.

**Tabela 5** - Resultados de aceitação sensorial.

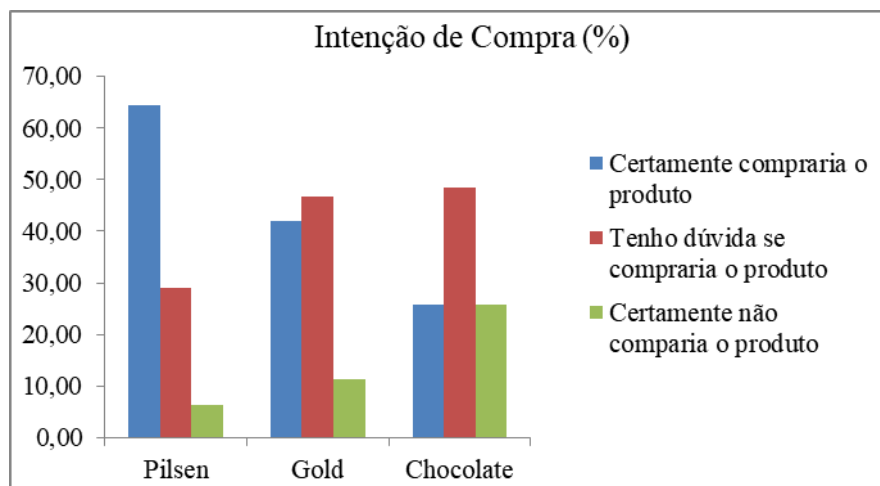
Tratamento	Aparência	Cor	Aroma	Sabor	Impressão Global
<b>Pilsen</b>	7,08 <sup>a</sup> ± 1,62	7,13 <sup>a</sup> ± 1,52	6,98 <sup>a</sup> ± 1,47	7,08 <sup>a</sup> ± 1,62	6,97 <sup>a</sup> ± 1,40
<b>Gold</b>	6,45 <sup>a</sup> ± 1,87	6,61 <sup>a</sup> ± 1,90	6,50 <sup>a</sup> ± 1,86	6,23 <sup>ab</sup> ± 2,28	6,39 <sup>ab</sup> ± 1,99
<b>Chocolate</b>	6,56 <sup>a</sup> ± 1,96	6,53 <sup>a</sup> ± 1,86	6,50 <sup>a</sup> ± 1,51	5,66 <sup>b</sup> ± 2,15	5,73 <sup>b</sup> ± 2,08

Média ± desvio padrão, onde as letras diferentes nas colunas indicam diferença significativa ( $p<0,05$ ) entre os tratamentos.  
Fonte: Autores (2020).

As cervejas receberam pontuação de 5,66 a 7,13, mostrando que os provadores gostaram de regularmente à não gostaram e nem desgostaram das bebidas. As cervejas produzidas somente com malte base (Pilsen) e aquelas com adição de maltes especiais tiveram a mesma aceitação nos atributos aparência, cor e aroma ( $p>0,05$ ). Embora as cervejas tenham apresentado diferença na cor instrumental ( $p<0,05$ ), isso não resultou em uma menor aceitação na cor do produto. Enquanto que a adição de um malte mais torrado à formulação da cerveja resultou em diminuição da aceitação das bebidas nos atributos sabor e impressão global, onde os provadores deixaram de gostar regularmente e passaram a nem gostar e nem desgostar.

O malte Chocolate trouxe à bebida um sabor ligeiramente torrado, o que pode não ter agradado tanto os provadores, atribuindo dessa forma, pontuações mais baixas à medida que o malte utilizado na formulação da bebida fosse mais torrado, refletindo negativamente também na impressão global.

**Figura 2** - Gráfico de intenção de compra.



Fonte: Autores (2020).

Na Figura 2 está esboçado em gráfico de barras a intenção de compra dos provadores, as amostras que receberam as maiores médias na análise sensorial se mantiveram como as que provavelmente seriam compradas pelos provadores. Observa-se que a cerveja produzida com o malte Pilsen foi a que recebeu maior intenção compra, mais de 60% dos provadores afirmaram que certamente comprariam essa cerveja, enquanto cerca de 42% dos provadores certamente comprariam a cerveja Gold e mais de 45% dos provadores tiveram dúvida se a comprariam.

Para a cerveja de malte Chocolate os dados se mantiveram como uma bebida que não agradou nem desagradou os provadores, mantendo-se na faixa intermediária da intenção de compra, sendo a cerveja que obteve o maior número de respostas “tenho dúvida se compraria esse produto”, quase 50% dos provadores. Os outros 50% ficaram divididos em “certamente comprariam” e “certamente não comprariam o produto”.

Os resultados da aceitação sensorial e de intenção de compra se explicam pelo fato do paladar dos provados, estarem acostumados com a cerveja tipo Pilsen, a qual é a mais produzida e consumida. E também por não consumirem com tamanha frequência a cerveja com malte de trigo e sim a cerveja com malte de cevada, sendo esta última a mais utilizada na produção das cervejas (Macleod & Evans, 2016).

#### 4. Conclusão

Os diferentes tempos e temperaturas de secagem aplicado aos maltes produzidos em escala piloto, não efetuaram grandes diferenças entre os mesmos, apesar de terem parâmetros de secagem distintos, os três tratamentos continham muitos compostos em comum. As diferentes secagens resultaram em maltes com menor umidade e carboidratos e maior fibras, diferentes TSS no mosto e uma maior coloração e menor pH na bebida pronta, mantendo os demais parâmetros. Enquanto que para a aceitação sensorial, os provadores gostaram de regularmente a não gostaram e nem desgostaram das bebidas, sendo esse resultado compatível com a intenção de compra, onde a maior parte dos provadores afirmou que certamente compraria a cerveja Pilsen e tinham dúvidas se comprariam a cerveja de malte de Chocolate. Para trabalhos futuros podem ser avaliados

parâmetros como avaliação de compostos bioativos entre as formulações, assim apresentando um valor nutricional ao consumo; também pode ser pesquisado valores de custos e de compra entre os consumidores.

## Referências

- Association of Official Analytical Chemists – AOAC (2005). Official methods of analysis of the AOAC International, (18th ed.) Gaithersburg.
- Bettenhausen, H. M., Barr, L., Broeckling, C. D., Chaparro, J. M., Holbrook, C., Sedin, D., & Heuberger, A. L. (2018). Influence of malt source on beer chemistry, flavor, and flavor stability. *Food research international*, 113, 487-504.
- Bligh, E. G., & Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian journal of biochemistry and physiology*, 37(8), 911-917.
- Bogdan, P., & Kordialik-Bogacka, E. (2017). Alternatives to malt in brewing. *Trends in Food Science & Technology*, 65, 1-9.
- Brunelli, L. T., Mansano, A. R., & Venturini Filho, W. G. (2014). Physicochemical characterization of beer produced with honey. *Brazilian Journal of Food Technology*, 17(1), 19-27.
- Cecchi, H. M. (2003). Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos. Editora da UNICAMP.
- Dias Junior, A. A., Vieira, A. G., & Ferreira, T. P. (2009). Processo de produção de cerveja. *Processos Químicos*, 3, 61 – 71.
- European Brewery Convention – EBC (2007). European Brewery Convention Analytica – EBC, (5th ed.) Fachverlag Hans Carl, Nurnberg, Germany.
- Ferreira, D. F. (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e agrotecnologia*, 35(6), 1039-1042.
- Gorzolka, K., Lissel, M., Kessler, N., Loch-Ahring, S., & Niehaus, K. (2012). Metabolite fingerprinting of barley whole seeds, endosperms, and embryos during industrial malting. *Journal of biotechnology*, 159(3), 177-187.
- Imure, T., & Sato, K. (2013). Beer proteomics analysis for beer quality control and malting barley breeding. *Food research international*, 54(1), 1013-1020.
- Jin, Z., Zhou, B., Gillespie, J., Gross, T., Barr, J., Simsek, S., & Schwarz, P. (2018). Production of deoxynivalenol (DON) and DON-3-glucoside during the malting of Fusarium infected hard red spring wheat. *Food Control*, 85, 6-10.
- Lamas brew shop. (2018). Especial de maltes: malte base x malte especial. <https://loja.lamasbrewshop.com.br/blog/2018/04/especial-de-maltes-maltebas-e-x-malte-especial.html>.
- Lutz, I. A. (2008). Métodos físico-químicos para análise de alimentos: ANVISA.
- Macleod, L., & Evans, E. (2016) Barley: Malting. *Encyclopedia of Food Grains*, (2th ed.) 3, 423-433.
- Magalhães, P. J., Almeida, S. M., Carvalho, A. M., Gonçalves, L. M., Pacheco, J. G., Cruz, J. M., & Barros, A. A. (2011). Influence of malt on the xanthohumol and isoxanthohumol behavior in pale and dark beers: A micro-scale approach. *Food Research International*, 44(1), 351-359.
- Mesquita, J. S., Ramos, J. P., Everton, G. O., Filho, V. E. M., & Coêlho, S. C. (2020) Produção e avaliação físico-química de uma cerveja artesanal puro malte com adição de extratos de *Syzygium aromaticum* e *Cinnamomum zeylanicum*. *Research, Society and Development*, 9(8), e872986216.
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 691, de 22 de novembro de 1996 (1996). Norma de identidade e qualidade da cevada, *Diário Oficial da União*, Brasília.
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento da Lei nº 8.918 do Presidente da República, de 14 de julho de 1994 (1994). Padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas, *Diário Oficial da União*, Brasília.
- Pascari, X., Ramos, A. J., Marín, S., & Sanchís, V. (2018). Mycotoxins and beer. Impact of beer production process on mycotoxin contamination. A review. *Food Research International*, 103, 121-129.
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Pereira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [eBook]. Santa Maria. Ed. UAB / NTE / UFSM. [https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic\\_Computacao\\_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1).
- Pereira, F., & Leitão, A. M. (2016). Avaliação físico-química de cervejas tipo pilsen, de diferentes grupos cervejeiros, comercializadas em Itaquí/RS. *Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão*, 8(2).
- Ullrich, S. E. (2010). *Barley: Production, improvement, and uses*. l. 12. John Wiley & Sons.
- Vegi, A., Schwarz, P., & Wolf-Hall, C. E. (2011). Quantification of Tri5 gene, expression, and deoxynivalenol production during the malting of barley. *International Journal of Food Microbiology*, 150(2-3), 150-156.
- Yahya, H., Linforth, R. S., & Cook, D. J. (2014). Flavour generation during commercial barley and malt roasting operations: A time course study. *Food chemistry*, 145, 378-387.