

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ALIMENTOS  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS**

**TIAGO CROTI KEMMER**

**QUALIDADE DE MALTES DE TRIGOS BRASILEIROS:  
EXTRATO E VISCOSIDADE**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**LONDRINA**

**2022**

**TIAGO CROTI KEMMER**

**QUALIDADE DE MALTES DE TRIGOS BRASILEIROS:  
EXTRATO E VISCOSIDADE**

**Quality of Brazilian wheat malts: extract and viscosity**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos do Curso Superior em Tecnologia em Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR campus Londrina.

Orientador: Prof. Dr. Paulo de Tarso Carvalho

**LONDRINA**

**2022**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

TIAGO CROTI KEMMER

**QUALIDADE DE MALTES DE TRIGOS BRASILEIROS:  
EXTRATO E VISCOSIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação para  
obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos da  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
(UTFPR).

Data de aprovação: 14 de junho de 2022.

---

Paulo de Tarso Carvalho - Orientador  
Doutorado em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Mayka Reghiany Pedrão – Membro avaliador  
Doutorado em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Marly Sayuri Katsuda – Membro avaliador  
Doutorado em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Dedico este trabalho aos meus pais  
Gislene Croti e Rogério Skau Kemmer,  
por nunca deixarem de acreditar em mim.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à Deus pelo dom da vida e as oportunidades que me foram cedidas. Sou grato também aos meus pais, irmãos e namorada, pois nunca me faltou suporte e sempre foram compreensivos.

Gostaria de agradecer ao Laboratório Multiusuário do Campus Londrina da Universidade Tecnológica Federal do Paraná pelas análises realizadas.

Também sou grato ao Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (IDR-Paraná) pela cessão das amostras de trigo.

Agradeço ao Dr. Professor Paulo de Tarso Carvalho pelo aceite de orientação, trocas de conhecimento e pela enorme paciência comigo.

Agradeço também a todos os colegas com quem troquei dias e noites que já passaram por mim, em especial a Isabela, que foi a com quem mantive contato e me aturou por mais tempo.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

Minha alucinação é suportar o dia a dia, e  
o meu delírio é a experiência com coisas  
reais.

- Belchior

## RESUMO

O trigo é um grão versátil na indústria de farinhas e de produção de cervejas, conquistando o segundo lugar em consumo, logo após a cevada. Datado como um dos primeiros cereais a ser domesticado pelo homem, é rico em amido, fator que favorece a maltagem que tem influência direta na fermentação da bebida. Dado isto, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar a qualidade de extrato e viscosidade de maltes originados de treze variedades de trigo cultivadas cedidas pelo IDR-Paraná. Foi determinado o teor de extrato e a viscosidade do mosto. Tais parâmetros são importantes tecnologicamente para a bebida, pois avaliam seu rendimento e como o mosto da bebida irá se comportar durante o seu processamento. A partir dos resultados obtidos, foi avaliado o comportamento de cada cultivar e suas médias por localidade de plantio. Os valores de extrato encontrados variaram entre 71 e 88 g/100g, sendo que somente as cultivares TBIO Mestre e Toruk atingiram valores superiores a 83 g/100g, descrito como o mínimo ideal para maltes de trigo. A análise de viscosidade encontrou resultados que variaram entre 1,102 e 1,308 m.Pa<sup>-1</sup>, sendo que todas as amostras se mantiveram dentro dos parâmetros ideais, possuindo valores inferiores à 1,800 m.Pa<sup>-1</sup>. De forma conclusiva, todas as amostras cumpriram requisitos satisfatórios de viscosidade enquanto que apenas as cultivares TBIO Mestre e Toruk apresentaram valores próximos ao desejado para a produção de um malte cervejeiro, abrindo espaço para que avaliações futuras possam definir quais possuem maiores aptidões para serem utilizados na produção de cervejas.

**Palavras-chave:** *Triticum aestivum*; maltagem; qualidade do malte; mosto.

## ABSTRACT

Wheat is a versatile grain in the flour and beer production industry, conquering the second place in consumption, right after barley. Dated as the first cereal to be domesticated by man, it is rich in starch, a factor that favors malting, which has a direct influence on the fermentation of the beverage. Given this, the present work aimed to characterize the quality of Extract and Viscosity of malts originating from thirteen cultivated wheat varieties provided by IDR-Paraná. Extract value and wort viscosity were determinate in this study. Such parameters are technologically important for the beverage, as they assess its yield and how the beverage wort will behave during its processing. Upon arriving at the result of the predicted analyses, the behavior of each cultivar and their averages per planting location were evaluated. The extract values found ranged between 71 and 88 g/100g, and only the cultivars TBIO Mestre and Toruk reached values above 83 g/100g, described as the ideal minimum for wheat malts. The viscosity analysis found results that varied between 1.102 and 1.308 m.Pa<sup>-1</sup>, and all samples remained within the ideal parameters, with values lower than 1.800 m.Pa<sup>-1</sup>. Conclusively, all samples met satisfactory viscosity requirements while only the TBIO Mestre and Toruk cultivars presented values close to the desired for the production of a brewing malt, opening space for future evaluations to define which ones have the greatest aptitudes to be used in the beer production.

**Keywords:** *Triticum aestivum*; malting; malt quality; wort.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Componentes da planta do trigo .....	15
Figura 2 – Formatos do grão .....	16
Figura 3 – Grão de trigo cortado transversalmente.....	16
Figura 4 – Moinho manual para grãos .....	24
Figura 5 – Banho Maria Fraston 550 .....	25
Figura 6 – Extrato não filtrado, ao lado de garrafa plástica contendo extrato filtrado .....	25
Figura 7 – Centrífuga Heraeus Megafuge 16R .....	26
Figura 8 – Tubo Falcon previamente abastecido com extrato não centrifugado, seguido de um centrifugado, à direita .....	26
Figura 9 – Procedimento da análise de extrato seguindo a metodologia 4.5.1 da EBC .....	27
Figura 10 – Viscosímetro imerso em Banho Ultratermostatizado Lucadema 31N .....	28

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores obtidos de Extrato e Viscosidade .....	29
Tabela 2 – Médias de Extrato por localidade .....	31
Tabela 3 – Médias de Viscosidade por localidade .....	32

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Características dos cultivares de <i>Triticum aestivum</i> analisados .....	22
--	----

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2 OBJETIVO</b> .....	12
2.1 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	12
<b>3 REVISÃO</b> .....	13
3.1 TRIGO.....	13
3.2 PRODUÇÃO DE TRIGO .....	13
3.3 CARACTERÍSTICAS DO CEREAL .....	14
3.4 QUALIDADE DO TRIGO .....	17
3.5 PROCESSO DE MALTAGEM .....	18
3.6 QUALIDADE DO MALTE .....	20
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	22
4.1 MATERIAL ESTUDADO .....	22
4.2 MÉTODOS .....	23
4.2.1 TEOR DE EXTRATO .....	23
4.2.1 VISCOSIDADE DO EXTRATO .....	27
4.3 TRATAMENTO DOS DADOS .....	28
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	29
5.1 EXTRATO .....	29
5.2 VISCOSIDADE.....	31
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	33
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	34

## 1 INTRODUÇÃO

O grão de trigo, rico em amido e energia, está presente na história humana desde milhares de anos, quando ainda havia a cultura caçador-coletora, e há indicativos de que foi um dos primeiros grãos a ser domesticado para agricultura. Ao longo de seu processo de domesticação, foram se estabelecendo diferentes cultivares do grão com propriedades únicas, adaptáveis à diferentes biomas e mais adequado a obtenção de farinha.

O trigo é componente básico e muito utilizado na culinária ocidental, sendo seu principal produto a farinha para elaboração de massas, pães, bolos e biscoitos. A sua qualidade determina qual será sua utilização. Para biscoitos o trigo deve conter baixa força de glúten, já para os pães é necessária uma farinha com alta força de glúten, que possibilitará alta capacidade de expansão.

Apesar do predomínio do uso da farinha nesses produtos tão tradicionais, há outras possibilidades de emprego do grão, dentre elas seu uso, também milenar como grão maltado na obtenção de cerveja. O processo de maltagem advém de tempos antigos, sendo caracterizado pela indução à germinação controlada do grão de trigo e, posteriormente sua secagem e estoque.

Um bom malte de trigo possui valores elevados de açúcares fermentáveis e baixo teor de proteínas garantindo o seu principal uso, a produção de cervejas. O malte contém açúcares que posteriormente serão transformados em álcool pela ação de leveduras, além de conferir à bebida aspectos sensoriais específicos conforme o processo de maltagem utilizado.

Como todo produto, diferentes parâmetros avaliam a sua qualidade e no caso do malte, o extrato e a viscosidade do extrato são relevantes tanto no processo fabril como na qualidade da cerveja. O estado do Paraná é importante produtor nacional de trigo e no Brasil existem programas de melhoramento genético da cultura e de desenvolvimento de cultivares que estão disponíveis para os agricultores. Segundo Vilarinho (2021), as indústrias de cervejas no Brasil consomem 1,3 milhões de toneladas de malte de cevada, sendo que 40% desse volume é produzido nacionalmente. No caso do trigo, todo o malte é importado. Dessa forma, obter dados sobre a qualidade do trigo brasileiro e poder avaliar a capacidade de se produzir maltes a partir deles pode estimular a produção de

matérias-primas nacionais e reduzir custos. Esse estudo é uma das partes de uma avaliação de cultivares de trigo para maltagem.

## **2 OBJETIVO GERAL**

Avaliar a aptidão de diferentes cultivares de trigos brasileiros para produção de maltes cervejeiros.

### **2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Avaliar se as variedades de trigo estudadas apresentam teores de extrato do mosto e valores de viscosidade do extrato apropriados para maltes cervejeiros;
- Identificar quais variedades são mais favoráveis à elaboração adequada de malte cervejeiro.

### 3 REVISÃO

#### 3.1 TRIGO

O trigo é datado como um dos primeiros grãos a ser domesticado pelo homem e até hoje possui impactos importantes na sociedade, economia e alimentação. Bartaburu (2016) cita que a cultura de trigo é a mais extensa mundialmente, possuindo 220 milhões de hectares pelos cinco continentes.

É amplamente aceito que a primeira cultura alimentar de trigo desenvolvida pela humanidade data de 10000~8000 anos a.C. e, junto com outros cereais, foi a razão da transição do ser humano partir de uma existência nômade caçador-coletora para se tornarem agricultores. Pão e trigo são tão importantes para o desenvolvimento humano que, em diversas culturas, são símbolos de alimentação e de interações sociais. No leste europeu é comum oferecer uma fatia de pão como um sinal de boas-vindas aos convidados. Por outro lado, a fome é retratada pela ausência de trigo e pão para se alimentar. Um antigo provérbio alemão, tem as palavras *“Altes Brot ist nicht hart - kein Brot, das ist hart”*, que significam “Pão velho não é duro, duro é não ter pão”, citando a valorização do alimento em tempos difíceis para os alemães (WRIGLEY, 2009).

#### 3.2 PRODUÇÃO DE TRIGO

A produção de trigo mundial para 2019 superou 765 milhões de toneladas, com destaque para a China que lidera, seguido por Índia e Rússia, com porcentagens de 17%, 13,5% e 10% da produção mundial, respectivamente. A venda mundial internacional de trigo vem de uma crescente, enquanto que no ano 2020 foi datado a exportação de 200 milhões de toneladas do grão, o mesmo superou 350 milhões de toneladas em 2019 comercializadas entre as nações, representando um aumento de 75%. Neste ranking, o Brasil representa apenas 0,73% da produção mundial (FAO, 2020).

No Brasil, a produção total de trigo foi de 6,2 milhões de toneladas para o ano de 2020, tendo como principal região produtora, a região sul do país como provedora de 89% do montante, possuindo uma área produtiva com mais de 2,1 milhões de hectares, seguido pelo Sudeste com 8% de produção. Além destes

valores é constatado que em 2020 o Brasil importou 5,875 milhões de toneladas, 32% a menos do que o ano de 2019 (8,676 milhões de toneladas) (COÊLHO, 2021). Pires (2022) dispõe dados relacionados com a produção e importação de trigo, indicando que em 2021, a produção brasileira de trigo chegou a 7,7 milhões de toneladas, com importação de outras 6,2 milhões de toneladas, ou seja, as importações representaram 44%, legitimando a expansão do cultivo do grão no Brasil. A média de consumo de trigo no Brasil em 2020 girava em torno de 11,4 milhões de toneladas/ano e importava-se 46% deste número (COÊLHO, 2021).

Atualmente o país possui um projeto de expansão agrônômica da Embrapa Trigo no Brasil Central, o qual se demonstra viável financeiramente por conta da redução de gastos com sua importação, além da geração de renda e dinamização da economia. O trigo onera a balança comercial do país em R\$ 10 bilhões/ano, justificando o desenvolvimento de novos planos de trabalho, os quais transferem tecnologia à produtores, além de orientações de governança e manejo a novos produtores, buscando assim alcançar a autossuficiência nacional. Com a prospecção de novos 100 mil hectares somente no Brasil Central e possibilidade produtiva de 300 mil toneladas a mais de trigo no país, a perspectiva é desonerar em R\$ 450 milhões da balança comercial das importações de trigo (PIRES, 2022).

Bartaburu (2016) descreve valores aproximados em 2016, com produção mundial de 100 quilos por habitante anualmente. Apresenta também que a razão do sucesso do grão muito se deve à sua versatilidade na cozinha, bastando apenas moer o trigo para se obter a farinha.

### 3.3 CARACTERÍSTICAS DO CEREAL

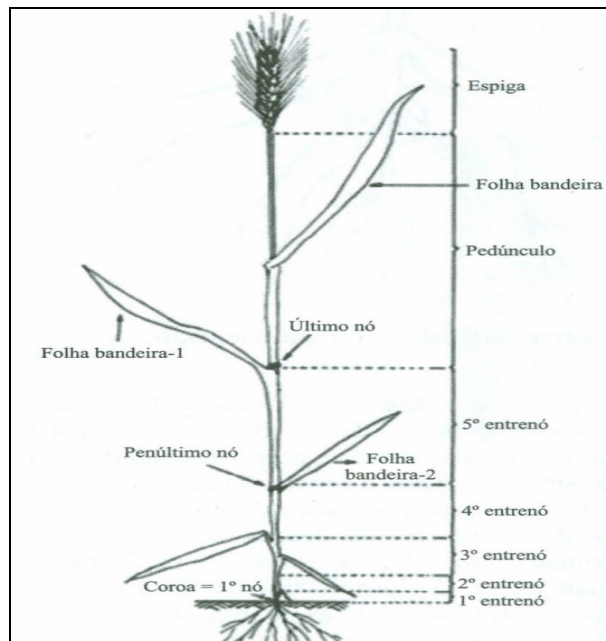
Dentre a necessidade de se referir ao grão ou descrevê-lo, é um engano utilizar a terminologia 'semente', pois a denominação correta seria considerá-lo um fruto que tem aderido seu pericarpo a semente, ou seja, a semente gerada pelo trigo está envolta de um pericarpo aderente na inflorescência do cereal (BECHTEL, 2009). Este mesmo autor cita que cada cultivar possui seu aspecto externo visual específico, havendo a possibilidade de encontrar colorações que partem do branco opaco até marrom-avermelhado, além de grãos com altura e largura distintos. Apesar de estes aspectos auxiliarem em uma classificação preliminar do grão, não é possível identificar a cultivar apenas com essas informações.

A planta do trigo apresenta características morfológicas similares a outros cereais de inverno que produzem grãos (cevada, aveia, centeio e triticale), possuindo em sua estrutura raízes, colmo, folhas e inflorescência (SCHEEREN; CASTRO; CAIERÃO, 2015), como é indicado na figura 1.

Funções das estruturas da planta de trigo (Figura 1):

- Raízes: garantem a estrutura da planta ao solo e a absorção de nutrientes e água que provêm ao redor.
- Folhas: responsáveis pelas funções respiratórias da planta junto da fotossíntese.
- Colmo: é responsável também por auxiliar na estrutura e transferir os nutrientes para o desenvolvimento do grão.
- Inflorescência: espiga composta de outras espiguetas. Cada espiguetas é constituída por flores e a partir do conjunto delas, se formam os grãos.

**Figura 1 - Componentes da planta do trigo**



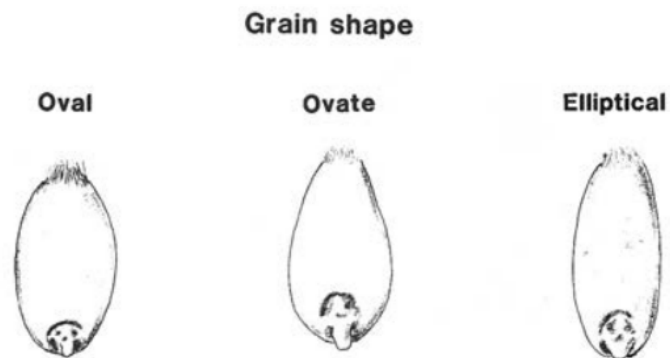
**Fonte: Scheeren e Castro (2015).**

A aparência externa de um grão de trigo maduro consiste em sua casca seca com paleta de cores que tangem entre o vermelho e o branco, possuindo um formato ovalado, podendo se distanciar para um mais elíptico em razão da existência da



reprodução e propagação para além de 4 mil cultivares em todo o mundo. Também detém uma cavidade na direção longitudinal que se estende até o centro do grão e expõe, de forma não evidente, permitindo a germinação do trigo a partir de seu embrião (BECHTEL, 2009). Essas diferenciações no formato do grão são representadas na figura 2.

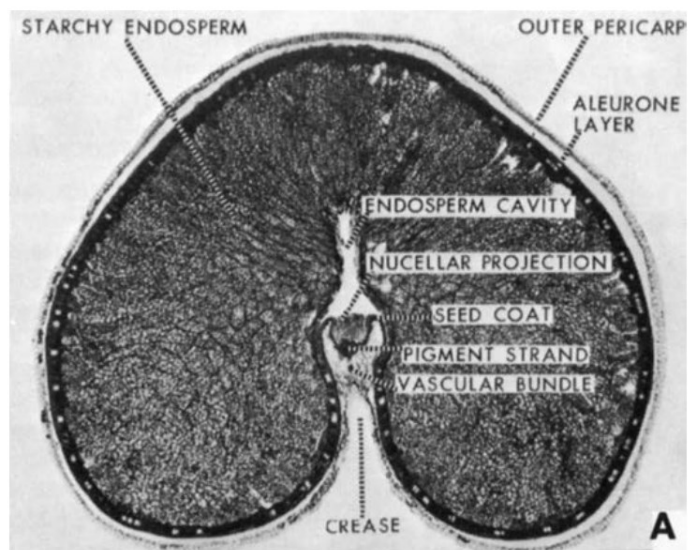
**Figura 2 – Formatos do grão de trigo**



**Fonte: Bechtel (2009).**

Ao realizar um corte transversal no grão de trigo, se expõe com maior clareza seu endosperma rico em amido além do perímetro de seu pericarpo e cavidade. Na figura 3 é possível observar as suas principais características.

**Figura 3 – Grão de trigo cortado transversalmente**



**Fonte: Bechtel (2009).**

As partes mais importantes do trigo correspondem ao gérmen, o pericarpo e o endosperma. A primeira delas é responsável por ser constituída do embrião e todo o material genético da planta, carregando as características intrínsecas de cada variedade, incluindo a morfologia, capacidade produtiva, além de aspectos de cor, além da maior parte das vitaminas do complexo B e E, junto de lipídios e minerais. A pericarpo age como a casca do trigo, é um material rico em fibras (celulose) e metade do conteúdo mineral presente no grão, com propósitos de proteção física sob o material interno do grão, como a retenção de ataques microbiológicos, de insetos e da exposição ao clima (TAKEITI, 2012; BECHTEL, 2009; PALLARÉS; LEON; ROSELL, 2007).

O endosperma consiste na parte principal do trigo quando se relaciona ao desempenho e qualidade industrial de uma cultivar. Constitui a principal fonte de grânulos de amido do grão, possuindo a função de gerar alimento ao embrião e suprir seu metabolismo. Possuindo a massa de 87 a 89% do grão, sendo constituído majoritariamente pelos oligossacarídeos amilose e amilopectina (SCHEUER *et al.*, 2011 *apud* QUAGLIA, 1991).

### 3.4 QUALIDADE DO TRIGO

A principal utilização do trigo é para panificação, mas possui outros usos de grande interesse como produção de biscoitos e massas alimentícias (EMBRAPA, 2022). Em função disso, em 2010 foi ditada com a nova classificação de trigo. Nesta classificação, os grãos são separados nos seguintes tipos: melhorador, pão, brando e outros usos. Como já mencionando, a produção de pães é a principal forma de consumo da farinha o que fez com que os programas de melhoramento sempre priorizassem o desenvolvimento de cultivares tipo pão e melhorador que apresentam maiores valores de força de glúten em relação aos demais tipos. A força de glúten está relacionada com o teor e com a qualidade das proteínas que compõe o trigo. No caso de outros usos para o trigo, as exigências são outras, inclusive com relação aos teores de proteína (COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO, 2017).

Diversos fatores interferem na qualidade do trigo para uso industrial, como fatores edafo-climáticos, genética da planta e manejo durante o cultivo. No cultivo a adubação merece destaque. Franceschi *et al.* (2009) determina que os fatores

genéticos característicos do cereal, os elementos meteorológicos do ambiente de plantio, a qualidade do solo e sua disponibilidade de alimento ao grão e rotação de culturas são os principais elementos pré colheita que influenciarão o cereal. Gorzelany e Belcar (2021) esclarecem que, independentemente da espécie do trigo, a utilização de adubo rico em nitrogênio favorece o desenvolvimento de proteínas ao grão, correlacionando negativamente com a supressão de aspectos de interesse cervejeiro, como uniformidade de grãos e potencial de extrato. Correlacionando que o solo e adubação são aspectos que afetam os desenvolvimentos de componentes do grão, estes valores proteicos incrementados dificultam as etapas do processo, tais como a nutrição das leveduras no processo fermentativo, atividade enzimática e arraste de sólidos, evitando-se a escolha de trigos com alto teor de proteínas.

As questões ambientais das localidades onde o trigo é cultivado, também é outro fator que determinará a qualidade do grão. Condições meteorológicas como a temperatura durante o período de plantio, precipitação pluvial e a radiação solar emitida sobre o grão impactam tanto no crescimento, quanto na adaptação e qualidade tecnológica do trigo (MIRALLES; SLAFER, 2000).

Também o material genético é fundamental na qualidade do trigo, pois o desenvolvimento de diferentes variedades de trigo auxilia a adaptação do grão ao ambiente no qual é cultivado, sendo por questões meteorológicas ou de disponibilidade de nutrientes providos do solo, o que resulta em melhor performance da planta e maior produção (MIRALLES; SLAFER, 2000).

### 3.5 PROCESSO DE MALTAGEM

O termo técnico malte é inteiramente relacionado com o resultado germinativo, sob condições controladas, de algum cereal. É definido que qualquer cereal pode ser maltado para diversos fins (cevada, trigo, arroz, aveia, etc.), considerando seu poder diastásico e valor econômico (DRAGONE; SILVA; SILVA, 2016; BRASIL, 2019).

Segundo Dragone, Silva e Silva (2016), o processo de transformação de grãos em malte parte da necessidade de colocá-lo em condições favoráveis de germinação, controlando aspectos extrínsecos, como temperatura, umidade e ar, interrompendo a germinação antes do grão começar a desenvolver outra planta.

Apesar do malte ter como principal destino a utilização em cervejas, com o mesmo processamento de maltagem, ele pode ser incorporado a outros alimentos, melhorando tecnologias ou agregando sabores característicos.

Tschope (1999 *apud* PORTO, 2011), define com clareza os processos de maceração, germinação, secagem e desbrotamento, necessários para se concluir a maltagem de um grão, assim como o pré-processamento de malte. O pré-processamento consiste no armazenamento correto dos grãos secos e a retirada de impurezas e matérias estranhas por meio de equipamentos. A primeira etapa do processamento é a de maceração, que parte do princípio de imergir o grão previamente limpo e seco, em água. O objetivo é elevar o teor de umidade até 35-35% de forma homogênea, limpá-lo e lixiviar substâncias não-desejáveis presentes na casca.

Em seguida o grão macerado é submetido ao processo de germinação, elevando a umidade a níveis de 44-46%, fornecendo oxigênio e calor suficiente para que seja dado o processo de desenvolvimento de uma nova planta. Em maltarias, a germinação artificial não parte da necessidade de obter novas plantas, mas sim de utilizar as transformações naturais do grão em favor da tecnologia. Ainda no processo de germinação são desenvolvidas diversas enzimas importantes pelo grão, por conta da liberação de hormônios. Essa liberação ocorre por meio da penetração de água no grão, e pode ser estimulada por adição de ácido giberélico durante a mesma etapa do processo. A beta-glucanase é a primeira enzima a ser formada, em seguida a alfa-amilase e finalizando com as proteases (KUNZE, 1999 *apud* PORTO, 2011).

Por fim, o processo de secagem consiste na passagem dos grãos por exaustores de ar quente, em diferentes taxas e com aumento de temperatura até sua secagem por completo. Esta etapa confere a estabilização ao produto e proporciona características essenciais ao malte, principalmente cor, aroma e variações enzimáticas (GANDOLFI, 2021).

O malte ainda passa pelo desbrotamento que consiste na retirada das radículas, descritas como pequenas raízes, que se formaram no processo de germinação. É importante a retirada destas, pois são higroscópicas, favorecendo a absorção indesejada de água pelo malte e conseqüentemente o aumento da sua umidade, além de conferir sabor amargo à cerveja (ZSCHOERPER, 2009; TSCHOPE, 1999 *apud* PORTO, 2011).

### 3.6 QUALIDADE DO MALTE

Partindo do conceito de que a qualidade de um produto tem íntima relação com a qualidade de sua matéria prima, análises qualitativas são fundamentais para que seja produzido um produto que atenda as expectativas do mercado consumidor. Por meio de estudos e referências, podem-se obter parâmetros que indiquem a qualidade de malte. Similares aos de outros grãos, o malte também passa por análises físico-químicas, em especial, relacionadas ao extrato (ZSCHOERPER, 2009; KUNZE, 1999 *apud* PORTO, 2011).

As análises de valor de extrato determinam o potencial do malte em fornecer açúcares fermentáveis e compostos nitrogenados. A disponibilidade de carboidratos solúveis está relacionada com a qualidade da cerveja, auxiliando na fermentação das leveduras, junto de compostos nitrogenados que auxiliam na formação de espuma (OLIVEIRA, 2011). Esse tipo de informação possibilitará que o cervejeiro analise o rendimento da sala de brasagem (etapa da fabricação da cerveja). O teor de extrato contribui ainda para indicar o valor de matéria prima necessária para processar um lote de cerveja. Valores elevados de extrato estão não somente relacionados à quantidade total de amido presente no grão, como também a presença das frações de amilose e amilopectina (GORZELANY; BELCAR, 2021). Como a fermentação de uma cerveja depende da disponibilidade de açúcares (DRAGONE; SILVA; SILVA, 2016), analisando os índices de extrato do malte, se obtém parâmetros indicativos de qualidade. Os valores padrão para extrato desejáveis para malte de cevada estão por volta de 80% (ZSCHOERPER, 2009; KUNZE, 1999 *apud* PORTO, 2011).

A análise da viscosidade do extrato é um outro parâmetro importante não somente para experiência sensorial de uma bebida, mas também influencia as etapas de clarificação e filtragem durante seu processamento, sob influência de arabinoxilano, beta-glucanos e dextrinas. Todos estes são polissacarídeos presentes no trigo, podendo a dextrina também ser gerada a partir da rampa enzimática para extração e quebra dos açúcares do malte. É citado também que a dextrina está, presente até 100 vezes mais que os outros polissacarídeos, possui maior influência na viscosidade, ao mesmo tempo que é necessária uma grande quantidade para que ocorram impactos positivos ou negativos, ao contrário dos beta-glucanos e

arabinoxilano, que pequenas variações já podem afetar os parâmetros de processamento de bebidas (SADOSKY; SCHWARZ; HORSLEY; 2002).

As condições de filtrabilidade de cerveja não são amplamente influenciadas pela concentração da dextrina, mesmo que impacte na viscosidade, enquanto que há indícios de que os arabinoxilanos e beta-glucanos interferem significativamente nesta por conta de seu alto peso molecular. Além da filtração, a etapa de clarificação da bebida é resultado do emprego de equipamentos e maquinários, podendo ser adjunta à filtração, que possuem a finalidade de reduzir a turbidez gerada por micropartículas de celulose, leveduras e proteínas em suspensão, deixando o corpo da bebida mais “leve” (BREANCINI, 2018). A viscosidade, portanto, também é influenciada por essa etapa.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho analisou diferentes amostras de malte de distintas cultivares de trigo, sua capacidade ou não de fornecer condições ideais para a produção de cervejas de trigo.

Tais amostras foram cedidas pelo Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná e tiveram diferentes características analisadas e quantificadas, possibilitando uma futura discussão e comparação junto de outros estudos externos.

### 4.1 MATERIAL ESTUDADO

Foram utilizados maltes obtidos a partir de quatro diferentes cultivares de trigo plantadas em diferentes anos e localidades do estado do Paraná, totalizando 13 amostras diferentes de malte. As amostras de trigo foram cedidas pelo Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (IDR-Paraná) (quadro 1). As amostras de malte permaneceram armazenados em câmara fria (8°C) até as análises. Os maltes haviam sido obtidos em triplicata, perfazendo então 39 amostras para esse estudo.

**Quadro 1 - Características dos cultivares de *Triticum aestivum* analisados**

Amostra	Cultivar	Origem	Ano	Local
1	TBIO Sonic	Embrapa Soja	2018	Ponta Grossa- PR
2	TBIO Sossego	Embrapa Soja	2018	Ponta Grossa- PR
3	TBIO Mestre	Embrapa Soja	2018	Ponta Grossa- PR
4	TBIO Toruk	Embrapa Soja	2018	Ponta Grossa- PR
5	TBIO Sossego	Lagoa bonita sementes	2018	Itaberá -SP
6	TBIO Toruk	Lagoa bonita sementes	2018	Itaberá -SP
7	TBIO Sonic	Lagoa bonita sementes	2018	Itaberá -SP
8	TBIO Mestre	Sementes Sorria	2018	Cambará -SP
9	TBIO Mestre	Embrapa Soja	2017	Ponta Grossa- PR
10	TBIO Toruk	Embrapa Soja	2017	Ponta Grossa- PR
11	TBIO Sonic	Sementes Vedovati	2017	São Jerônimo da Serra- PR
12	TBIO Mestre	Sementes Mauá	2017	Mauá da Serra -PR
13	TBIO Sossego	Sementes Mauá	2017	Mauá da Serra -PR

Fonte: Autoria própria (2022).

Dentro das diferentes cultivares trabalhadas, suas capacidades de desenvolvimento genético os tornam suscetíveis a diferentes usos na indústria. BIOTRIGO (2022) apresenta que a TBIO Sonic, possui características de grão com média força de glúten, junto com a Sossego, que é classificada como Trigo Pão. Ambas as TBIO Mestre e Toruk possuem potencial intrínseco de Trigo Pão e Melhorador.

As diferentes codificações elaboradas possuem a seguinte ordem de informações: nome da cultivar + município de cultivo + ano da safra. Como por exemplo, a cultivar TBIO Mestre cultivada em Ponta Grossa – PR no ano de 2018 se tornará “MESTRE Ponta Grossa 18”.

## **4.2 MÉTODOS**

As amostras de malte foram submetidas à análise de teor de extrato e de viscosidade do mosto com base nos métodos 4.5.1 e 4.8 da EBC (EUROPEAN BREWERY CONVENTION, 2005), respectivamente. A análise de extrato foi feita em duplicata para cada amostra. A análise de viscosidade do mosto foi feita em triplicata para cada extrato obtido.

### **4.2.1 Teor de extrato**

Cerca de 55 gramas de malte foram triturados em moinho para grãos e transferido 50 gramas deste montante para um béquer de 600 mL. Como nesta etapa foi realizada em um moinho manual (Figura 4), obteve-se uma moagem mais branda do malte, aproximando-se da moagem industrial da cevada, e posteriormente foi pesado em balança analítica Shinadzu ATY224. Este processo de moagem facilita a exposição do amido e enzimas contidos no endosperma, possibilitando sua hidratação e formação de um mosto rico, além de gerar uma separação entre suas partes.



**Figura 4 – Moinho manual para grãos**

**Fonte: Autoria própria (2022).**

Na etapa de maceração do mosto, foram depositados 200 mL de água ultrapurificada á 45 °C em cada béquer com o auxílio de um bastão de vidro, mantendo-os sob controle de temperatura em banho maria modelo Fraston 550 (Figura 5) por 30 minutos. Após isso, em cada extrato foi aumentada à velocidade 1°C/minuto, durante 25 minutos até atingir 70 °C, permanecendo assim por uma hora e resfriado em banho de gelo por 15 minutos e estocados em garrafas (Figura 6). O mosto foi então filtrado primeiramente em um tamiz e depois centrifugado por 15 minutos a 5000 rpm em centrífuga refrigerada (modelo Heraeus Megafuge 16R) (Figura 7 e 8).

**Figura 5 – Banho Maria Fraston 550**



**Fonte: Autoria própria (2022).**

**Figura 6 – Extrato não filtrado, ao lado de garrafa plástica contendo extrato filtrado**



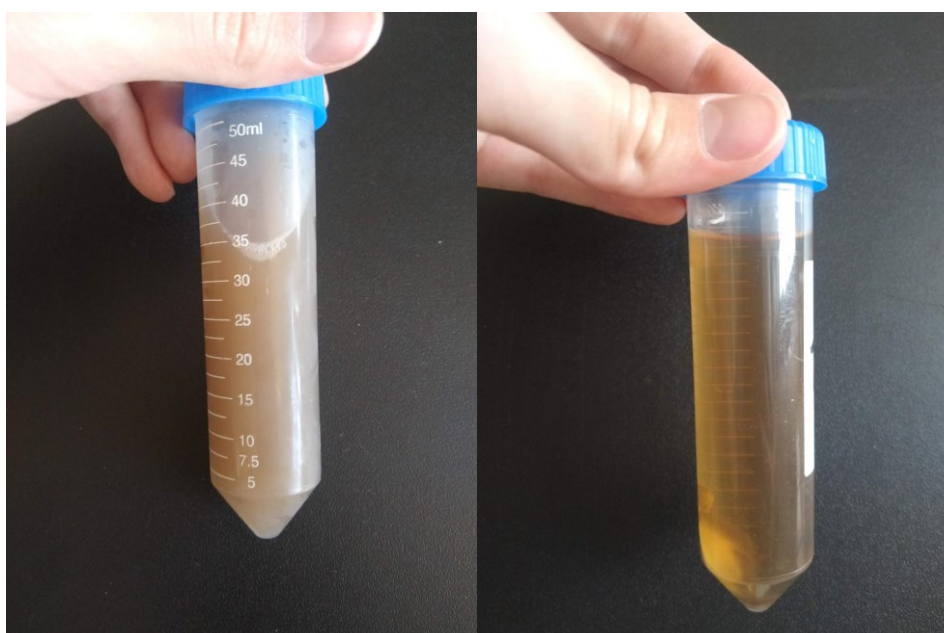
**Fonte: Autoria própria (2022).**

**Figura 7 - Centrífuga Heraeus Megafuge 16R**



Fonte: Autoria própria (2022).

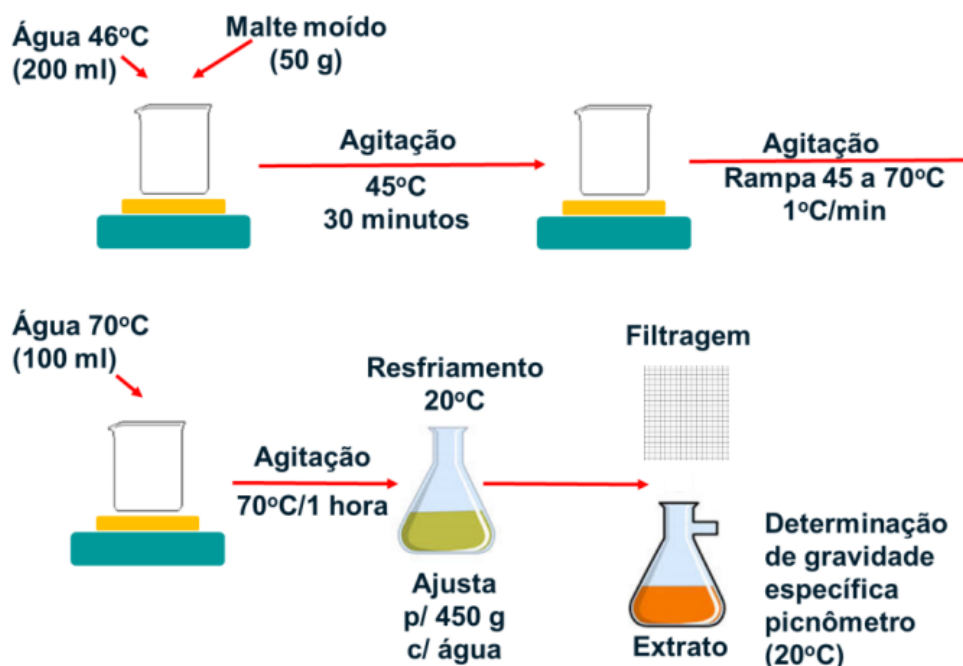
**Figura 8 – Tubo Falcon previamente abastecido com extrato não centrifugado, seguido de um centrifugado, à direita**



Fonte: Autoria Própria (2022).

Após estes procedimentos, calculou-se a gravidade específica do mosto utilizando um picnômetro. O procedimento de análise de extrato está citado na figura 9.

Figura 9 – Procedimento da análise de extrato seguindo a metodologia 4.5.1 da EBC



Fonte: Adaptado de Carvalho (2015).

Após realizar os procedimentos, foi determinada a gravidade específica do mosto utilizando um picnômetro modelo Phox 50mL e então determinado o teor de extrato utilizando a fórmula indicada pela metodologia da EBC.

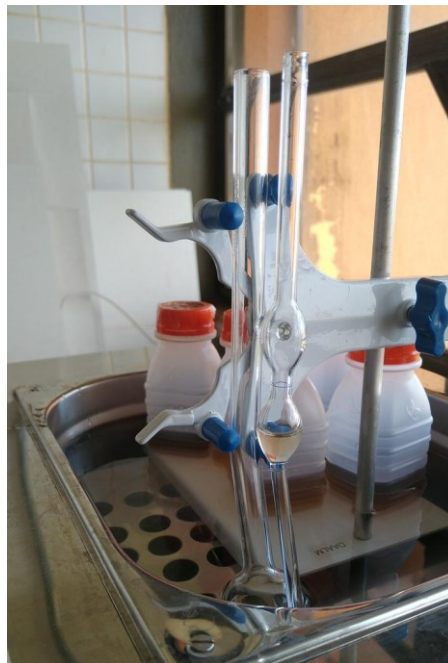
$$\text{Extrato (g extrato/100g de mosto)} = -460,234 + 662,649 \times (\text{SG}) - 202,414 (\text{SG})^2 \quad (1)$$

#### 4.2.2 Viscosidade do mosto

Para determinação de viscosidade do mosto, tomou-se uma amostra de cerca de 50 ml de extrato e se manteve ele em banho ultratermostatizado Lucadema 31N a 20°C até atingir essa temperatura. Utilizou-se um viscosímetro capilar anteriormente calibrado com água destilada a 20°C para fazer a determinação. O viscosímetro foi então preenchido com o extrato com ajuda de uma pêra de laboratório e acondicionado em banho ultratermostatizado Lucadema 31N para garantir a temperatura constante de 20°C, como é demonstrado na figura 10. Foi medido o tempo com um cronômetro, o tempo de percurso do líquido dentro do viscosímetro, para depois calcular o valor da viscosidade, em relação a viscosidade

da água previamente determinada. Os resultados foram expressos em miliPascal por segundo.

**Figura 10 – Viscosímetro imerso em Banho Ultratermostatizado Lucadema 31N**



**Fonte: Aatoria Própria (2022).**

#### 4.3 TRATAMENTO DOS DADOS

O trabalho foi conduzido em um delineamento casualizado. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e quando esta indicou diferença significativa, foi aplicado o teste de TUKEY a 5%. Foi utilizado o software *STATISTICA 10.0* para a realização da análise.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da preparação dos extratos e finalização das análises, obteve-se os seguintes resultados para as treze diferentes variedades de trigo na tabela 1.

**Tabela 1 – Valores obtidos de Extrato e Viscosidade**

VARIEDADE (TBIO)	EXTRATO DO MOSTO (g/100g)	MÉDIA	VISCOSIDADE (m.Pa <sup>-1</sup> )	MÉDIA
		EXTRATO VARIEDADE (g/100g)		VISCOSIDADE (m.Pa <sup>-1</sup> )
SOSSEGO Ponta Grossa 18	71±5,9 <sup>d</sup>		1,14±0,02 <sup>cd</sup>	
SOSSEGO Itaberá 18	79±2,6 <sup>abcd</sup>	<b>75±5,5</b>	1,178±0,03 <sup>bcd</sup>	<b>1,1657±0,03</b>
SOSSEGO Mauá da Serra 17	75±3,1 <sup>abcd</sup>		1,179±0,04 <sup>bcd</sup>	
MESTRE Ponta Grossa 18	74±2,9 <sup>bcd</sup>		1,308±0,06 <sup>ab</sup>	
MESTRE Cambará 18	78±2,8 <sup>abcd</sup>	<b>80±6,5</b>	1,372±0,05 <sup>a</sup>	<b>1,3267±0,06</b>
MESTRE Ponta Grossa 17	88±2,2 <sup>a</sup>		1,321±0,06 <sup>a</sup>	
MESTRE Mauá da Serra 17	85±4,2 <sup>abc</sup>		1,306±0,04 <sup>ab</sup>	
SONIC Ponta Grossa 18	72±3,7 <sup>cd</sup>		1,102±0,03 <sup>d</sup>	
SONIC Itaberá 18	74±1,4 <sup>abcd</sup>	<b>76±7,7</b>	1,168±0,03 <sup>cd</sup>	<b>1,1467±0,04</b>
SONIC São Jeronimo da Serra 17	82±0,4 <sup>abcd</sup>		1,17±0,03 <sup>cd</sup>	
TORUK Ponta Grossa 18	73±4,2 <sup>bcd</sup>		1,11±0,04 <sup>d</sup>	
TORUK Itaberá 18	86±0,9 <sup>ab</sup>	<b>80,7±6,7</b>	1,268±0,07 <sup>abc</sup>	<b>1,1760±0,08</b>
TORUK Ponta Grossa 17	83±1,2 <sup>abcd</sup>		1,15±0,01 <sup>cd</sup>	

Fonte: Autoria própria (2022).

\*Médias com letras iguais não diferem estatisticamente pelo Teste de Tuckey (p<0,05).

\*\*Valor descritos como 17 ou 18, são referências aos anos de plantio de 2017 e 2018, respectivamente.

### 5.1 EXTRATO

Os valores de extrato do mosto para todas as diferentes cultivares encontradas neste trabalho variaram entre 71 e 88 g/100g, enquanto que as médias entre as variedades TBIO Sossego, TBIO Mestre, TBIO Sonic e TBIO Toruk foram de 75, 80, 76 e 80,7 g/100g, respectivamente.

Gorzelany e Belcar (2021) analisaram maltes de dez diferentes variedades de trigo cultivados na Polônia utilizando o método de determinação de extrato EBC 4.5.1, o mesmo aplicado neste trabalho. Os valores de extrato encontrados pelos autores variaram entre 73,80 e 82,46 g/100g de extrato, obtendo uma média de 77,34 g/100g. Muñoz-Insa *et al.* (2013) elaboraram um estudo sobre otimização de malte de trigo spelta resultando em 25 diferentes valores, que flutuaram entre 81,9 e 84,7g/100g, com média de 83,31 g/100g. Esses mesmos autores citam que valores de extrato maiores que 80 g/100g e 83 g/100g são ideais para maltes de cevada e trigo, respectivamente, com destino cervejeiro industrial. Zschoerper (2009 *apud* PORTO, 2011) indica que o valor mínimo necessário para extrato de malte de cevada é de 80,5g/100g, além de citar que variações durante o processo de moagem do malte possuem impacto sobre os valores de Extrato. O trigo em geral apresenta maiores valores porque apresentam menos cascas que a cevada e com isso o rendimento é maior.

Avaliando os resultados obtidos a partir deste trabalho, nota-se que todas as médias de extrato do mosto para cada uma das cultivares apresentam os valores mínimos para o desenvolvimento de cervejas, com exceção da variedade Sossego. (75 g/100g). Já analisando as amostras individualmente, quatro delas atingiram tal valor (TBIO Mestre Ponta Grossa 17, TBIO Toruk Itaberá 18, TBIO Mestre Mauá da Serra 17 e TBIO Toruk Ponta Grossa 17). As cultivares TBIO Mestre e Toruk, segundo dados da empresa desenvolvedora, possuem potencial genético para produção de trigo tipo pão e tipo melhorador, ou seja, variedades com maiores teores de proteínas (BIOTRIGO, 2022).

Considerando cada uma das cultivares, para a maioria delas não houve diferença significativa entre as amostras de diferentes localidades e anos de cultivo. Somente a TBIO Mestre Ponta Grossa 17 e 18 se diferenciam entre si, quando avaliado o valor de extrato dentro de uma mesma cultivar. Gorzelany e Belcar (2021) citam que isto pode acontecer em uma mesma região, pela diferenciação de safra, nas quais ocorrem adubamentos de solo e sua interferência na quantidade de proteínas desenvolvidas dentro do grão.

Os valores de extrato obtidos pela análise são indícios da capacidade do malte em fornecer açúcares fermentescíveis e sua posterior conversão em álcool, possibilitando elaborações futuras de cervejas que contenham este malte de trigo. Se houver uma atividade enzimática amilolítica necessária, o extrato expressa



potencialmente o teor de açúcar e, portanto, a porcentagem de álcool posterior (OLIVEIRA, 2011).

Considerando a localidade de cultivo, observa-se que dentre todas as diferentes amostras de maltes de trigo estudados, não houve cumprimento mínimo de valores de extrato para nenhuma cultivada em Ponta Grossa - PR no ano de 2018. Enquanto que dentro dos quatro maiores valores encontrados para extrato, dois deles são da região de Ponta Grossa no ano de 2017, exaltando como a diferença de safras e períodos impacta na qualidade do trigo para maltagem. Avaliando também as médias e valores por localidade de plantio de cada um dos trigos, obtém se a Tabela 2.

**Tabela 2 – Médias de Extrato por localidade**

LOCALIDADE	MÉDIA DE EXTRATO POR LOCALIDADE (g/100g)
Ponta Grossa-PR	76,8
Mauá da Serra-PR	80
Itaberá-SP	79,7
Cambará-PR	78
São Jeronimo da Serra-PR	82

**Fonte: Autoria própria (2022).**

Quando se é observado o extrato por localidade, apenas as localidades de Mauá da Serra-PR e São Jeronimo da Serra-PR se apresentaram dentro do ideal para produção de cervejas, possuindo valores de extrato acima de 83 g/100g. Betchel *et al.* (2009) explica que diferentes aspectos regionais como solo e clima, podem afetar tamanho e formato dos grãos, se ampliando para interferências em seu desenvolvimento que, junto dos aspectos da espécie e predisposições genéticas, promove diferentes formações de amido, proteína, etc.

## 5.2 VISCOSIDADE

Valores de viscosidade encontrados nesta obra para as diferentes cultivares variaram entre 1,102 e 1,308 m.Pa<sup>-1</sup>, enquanto que as médias entre as variedades TBIO Sossego, TBIO Mestre, TBIO Sonic e TBIO Toruk foram de 1,1657, 1,3267, 1,1467 e 1,1760 m.Pa<sup>-1</sup>, respectivamente. Muñoz-Insa *et al.* (2013) em seu estudo sobre otimização de maltagem de trigo spelta encontram valores de viscosidade que



variam entre 1,673 até 1,810 m.Pa<sup>-1</sup>. Valores encontrados por Li (2005) estudando a degradação de arabinosilano com a enzima endoxilase em mostos com maltes de cevada e trigo misturados foram de 1,595 à 1739 m.Pa<sup>-1</sup> para amostras não tratadas com a enzima, enquanto que após a utilização dela, os valores reduziram para 1,438 à 1,444m.Pa<sup>-1</sup>. Para viscosidade do mosto são desejáveis valores não superiores a 1,560 e 1,800 m.Pa<sup>-1</sup>, padrões para maltes de cevada e trigo, respectivamente. A tabela 1 demonstra que todos as treze amostras atendem a valores dentro dos parâmetros ideais, estando até mesmo abaixo dos valores máximos recomendados para extratos de malte de cevada.

Avaliando também as médias e valores por localidade de plantio de cada um dos trigos, obtém se a tabela 3.

**Tabela 3 – Médias de Viscosidade por localidade**

LOCALIDADE	MÉDIA DE VISCOSIDADE POR LOCALIDADE (m.Pa <sup>-1</sup> )
Ponta Grossa-PR	1,189
Mauá da Serra-PR	1,243
Itaberá-SP	1,218
Cambará-PR	1,372
São Jeronimo da Serra-PR	1,170

**Fonte: Autoria própria (2022).**

As menores médias de viscosidade são encontradas em São Jeronimo da Serra-PR, com valores de 1,170 m.Pa<sup>-1</sup>, seguidos por Ponta Grossa-PR ,Itaberá-SP, Mauá da Serra-PR e por fim, com a maior média de 1,372 m.Pa<sup>-1</sup>, o município de Cambará-PR.

Como é apresentado por Breancini (2018), os valores de viscosidade influenciam no custo de processamento de filtragem e clarificação de um mosto cervejeiro definindo os equipamentos, quanto maiores os índices, mais energia e processamento serão necessários. Quando os valores de viscosidade se encontram elevados, representam a necessidade da implementação de equipamentos mais robustos e maior gasto com insumos na etapa de filtragem de cervejas, alavancando o custo com equipamento e energia gasta em processos (BREANCINI, 2018). Muñoz-Insa *et al.* (2009) afirmam que há um impacto gerado pelos polissacarídeos de alto peso molecular como arabinosilanos e beta-glucanos influenciam significativamente para valores altos de viscosidade, que está proporcionalmente

ligado a dificuldades na etapa de filtração de cervejas. A análise da viscosidade do mosto é um parâmetro importante não somente para experiência sensorial de uma bebida, mas também influencia as etapas de clarificação e filtração durante seu processamento, sob influência de arabinóxilano, beta-glucanos e dextrinas. Todos estes são polissacarídeos presentes no trigo, podendo a dextrina também ser gerada a partir da rampa enzimática para extração e quebra dos açúcares do malte durante a mosturação. (SADOSKY, P., SCHWARZ, P. B., & HORSLEY, R. D., 2002).

A alta influência destes compostos que favorecem a viscosidade, quando elevados, representam uma diferenciação na escolha de equipamentos e insumos necessários na etapa de filtração de cervejas, alavancando o custo com equipamento e energia gasta em processos (BREANCINI, 2018). Diferentes fatores podem interferir na concentração de tais compostos. Gorzelany e Belcar (2021) em seu estudo sobre a utilização de adubo nitrogenado para trigos, que sua aplicação tem o potencial de impactar o desenvolvimento do grão a partir do plantio, resultando em alterações nas etapas enzimáticas, presença de sólidos de cadeia longa e índices de viscosidade maiores.

## **6 CONCLUSÃO**

Em função dos resultados obtidos para extrato e viscosidade dos maltes trabalhados, em média, as cultivares TBIO MESTRE e TBIO TORUK apresentaram valores bem próximos aos esperados para extrato de um malte cervejeiro e todas as cultivares estudadas apresentaram valores adequados para a viscosidade.

Outras avaliações se tornam necessárias para definir e estabelecer com maior precisão a aptidão das cultivares para obtenção do malte.

## REFERÊNCIAS

- BARTABURU, Xavier. **Do grão ao pão**. São Paulo: Editora Origem, 2016.
- BECHTEL, D. B. *et al.* Development, Structure, and Mechanical Properties of the Wheat Grain. In: KHAN, Khalil; SHEWRY, Peter R. **Wheat: Chemistry and Technology**. 4° ed. St. Paul, Minnessota: AACC International, p. 51-95, 2009.
- BIOTRIGO. **Guia de cultivares TBIO**. Disponível em: < <https://biotrigo.com.br/cultivares/portfolio>>. Acesso em: 27 mai. 2022.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 65, de 10 de dezembro de 2019. Estabelece os padrões de identidade e qualidade para os produtos de cervejaria. **Diário Oficial da União da república Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 11 dez. 2019. Seção 1, p. 31. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-65-de-10-de-dezembro-de-2019-232666262>>. Acesso em: 16 abr. 2021.
- BREANCINI, Guilherme. **Filtração da Cerveja: Descrição, Equipamentos e Estudos de Casos**. 2018. 52 f. Monografia (Graduação em Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2018.
- CARVALHO, Paulo de Tarso. **Trigo com germinação pré-colheita na produção de malte**. 2015, 129 f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.
- COÊLHO, Jackson Dantas. **TRIGO: PRODUÇÃO E MERCADOS**. Cadernos Setorial ETENE. Ano 5, nº 151. Fortaleza, Jan. 2021.
- COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO. **A cultura do trigo**. Brasília: Conab, 2017.
- DRAGONE, Giuliano; SILVA, Tassiana Amélia de Oliveira e; SILVA, João Batista de Almeida e. Cerveja. In: Waldermar Gastoni Venturini Filho. **Bebidas Alcoólicas: Ciência e Tecnologia**. 2° ed. São Paulo: Blucher, 2016. p. 53-85.
- EMBRAPA. **Trigo**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Brasília, 2022. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/trigo1#:~:text=Usos%20do%20trigo,a%20sua%20utiliza%C3%A7%C3%A3o%20pela%20ind%C3%BAstria.>>>. Acesso em: 31 mai. 2022.
- EUROPEAN BREWERY CONVENTION. **Analytica EBC**. Nürnberg: Verlag Hans Carl Getranke-Fachverlag, 2005.
- FAO. **World Food and Agriculture - Statistical Yearbook 2021**. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma, 2021.
- FRANCESCHI, Lucia de *et al.* **Fatores pré-colheita que afetam a qualidade tecnológica de trigo**. Revista Ciência Rural, v. 39, n.5. Ago. 2009.

GANDOLFI, Carolina Vanco. **ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE TRIGO DESTINADO À MALTEAÇÃO**. 2021. 44 f. Monografia (Graduação em Tecnologia em Alimentos) – Departamento de Acadêmico de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2021.

GORZELANY, J.; BELCAR, J.. A Preliminary Study on the Use of Bishop's Formula for the Prediction of Wheat Malt Extract. **Journal of the American Society of Brewing Chemists**. 2° ed, v.80. 2022.

LI, Yin *et al.* **Characterization of the Enzymatic Degradation of Arabinoxylans in Grist Containing Wheat Malt Using Response Surface Methodology**. Journal of the American Society of Brewing Chemists, 4° ed, v. 63, p. 171–176, 2005.

MacRITCHIE, F E; GUPTA, R. B.. **Functionality-Composition relationships of wheat flour as a result of variation in sulfur availability**. Australian Journal of Agricultural Research, v. 44, n.8, p. 1767-1774. 1993.

MIRALLES, Daniel. J. e; SLAFER, Gustavo. A. Wheat development. In: SATORRE, E. H.; SLAFER, G. A. (Ed.). **Wheat: ecology and physiology of yield determination**. Binghamton: Editora Haworth, 1999.

MUÑOZ-INSA, Alicia *et al.* **Malting process optimization of spelt (*Triticum spelta* L.) for the brewing process**. LWT - Food Science and Technology, v. 50, p. 99-109, 2013.

OLIVEIRA, Nayara Aline Muniz de. **Leveduras utilizadas no processo de fabricação da cerveja**. 2011. 44 f. Monografia (Especialização em Microbiologia) – Departamento de Microbiologia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

PALLARÉS, Manuel Gómez; LEON, Alberto Edel e; ROSELL, Cristina. Trigo, In: LEON, Alberto Edel e; ROSELL, Cristina. **De tales harinas, tales panes: granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica**. 1° ed. Córdoba: Editora Hugo Baez, 2007.

PIRES, João Leonardo Fernandes. **Impulso para o trigo no Brasil Central**. Portal Embrapa de Notícias. 28 mar. 2022. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/69261336/impulso-para-o-trigo-no-brasil-central#:~:text=10%20bilh%C3%B5es%2Fano.-,Em%202021%2C%20a%20produ%C3%A7%C3%A3o%20brasileira%20de%20trigo%20chegou%20a%207,6%2C%20milh%C3%B5es%20de%20toneladas.>>. Acesso em: 01 jun. 2022.

PORTO, Paula de Donati. **Tecnologia de fabricação de malte: uma revisão**. 2011. 58 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Instituto de Ciências e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul., Porto Alegre, 2011.

SADOSKY, Paul; SCHWARZ, Paul B. e; HORSLEY, Richard D. **Effect of Arabinoxylans,  $\beta$ -Glucans, and Dextrins on the Viscosity and Membrane**

**Filterability of a Beer Model Solution.** Journal of the American Society of Brewing Chemists, v. 60, n.4, p. 153–162. 2002.

SCHEEREN, Pedro Luiz; CASTRO, Ricardo Lima de; CAIERÃO, Eduardo. Botânica, Morfologia e Descrição Fenotípica. In: SCHEEREN, Pedro Luiz; BÓREM, Aluizio. **Trigo: do plantio à colheita.** Viçosa: Editora UFV, 2015. p. 35-55.

SCHEUER, Patrícia *Matos et al.* **TRIGO: CARACTERÍSTICAS E UTILIZAÇÃO NA PANIFICAÇÃO.** Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais. Campina Grande, v.13, n.2, p.211-222, 2011.

TAKEITI, Cristina Yoshie. **Trigo.** Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Brasília, 2012.

VILARINHO, Aloisio Alcantara. **Criação e desenvolvimento de cultivares de cevada cervejeira para as diferentes regiões produtoras de grãos do Brasil.** EMBRAPA: Projeto 2019-2023. Disponível em <<https://www.embrapa.br/busca-de-projetos/-/projeto/215830/criacao-e-desenvolvimento-de-cultivares-de-cevada-cervejeira-para-as-diferentes-regioes-produtoras-de-graos-do-brasil>>. Acesso em 08 abr. 2021.

WRIGLEY, Colin W.. Wheat: A Unique Grain for the World. In: KHAN, Khalil; SHEWRY, Peter R. **Wheat: Chemistry and Technology.** 4° ed. St. Paul, Minnessota: AACC International, 2009. p. 1-17.