

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

CAROLINA VANCO GANDOLFI

**ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE TRIGO DESTINADO À
MALTEAÇÃO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

LONDRINA
2021

CAROLINA VANCO GANDOLFI

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE TRIGO DESTINADO À MALTEAÇÃO

Physicochemical analysis of wheat for use in malting

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, câmpus Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Amélia Elena Terrile
Coorientador: Prof. Dr. Paulo de Tarso Carvalho

LONDRINA
2021



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.

TERMO DE APROVAÇÃO

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE TRIGO DESTINADO À MALTEAÇÃO

CAROLINA VANCO GANDOLFI

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 11 de maio de 2021 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos e foi avaliado pelos seguintes professores:

Profa. Dra. Amélia Elena Terrile

Prof.(a) Orientador(a)

Profa. Dra. Caroline Maria Calliari

Avaliador 1

Profa. Dra. Isabel Craveiro Moreira Andrei

Avaliador 2

Dedico este trabalho aos meus pais, por todo amor e cuidado em todas as fases da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que me fortaleceu e me deu sabedoria para enfrentar todos os desafios ao longo do caminho.

À minha orientadora, Professora Dra. Amélia Elena Terrile, pela sua orientação, apoio e por dividir comigo seu conhecimento, sua experiência e sabedoria.

Ao meu Coorientador Prof. Dr. Paulo de Tarso Carvalho, pelo suporte, orientação e disponibilidade em poder compartilhar o seu vasto conhecimento.

Ao Instituto Agrônomo do Paraná de Londrina, pelo fornecimento das amostras de trigo que foram analisadas neste trabalho.

À Dra. Elis Daiane Pauli, do Pós-Doutorado em Química da UEL, pela ajuda nas análises quimiométricas.

Ao Aluno Rafael Motoki Bertho, pelas contribuições nas análises feitas em laboratório.

À Talita Kato, Técnica do Laboratório Multiusuário UTFPR Câmpus Londrina, pelo suporte nas análises feitas.

Aos meus pais, Sidney e Giovana, e meu irmão Gabriel, por todo apoio e por sempre acreditarem em mim.

À minha avó Lídia, e tia Heloísa, por sempre me incentivarem a perseguir meus sonhos.

Ao meu namorado Alan Couto, pelo apoio, amor e cumplicidade demonstrado em cada dia.

À minha amiga Carolina Costa, da UFRN por me encorajar e nunca desistir dos meus objetivos.

Aos professores do Departamento de Tecnologia em Alimentos, por todas as contribuições.

*...se o grão de trigo não cair na terra e não morrer,
permanecerá ele só; mas se morrer produzirá muito
fruto.*

Jo 12:24

RESUMO

O trigo é um dos principais insumos de vários alimentos destinados ao consumo humano. Além de ser utilizado na panificação, ele é um dos cereais mais empregados na malteação. A sua composição química é influenciada pelo solo, clima e região onde é cultivado. O objetivo deste trabalho foi avaliar variedades de trigos paranaenses e paulistas através de parâmetros físico-químicos, visando sua malteação. Foram determinados o peso de mil grãos, o peso hectolitro e os teores de umidade, cinzas, proteínas e lipídios utilizando as metodologias do MAPA e do IAL. O teor de carboidratos foi calculado por diferença. Os resultados foram submetidos à ANOVA para comparação das médias (Tuckey, $p < 0,05$) e Análise das Componentes Principais (ACP) para verificar o agrupamento das amostras de acordo com os parâmetros analisados. De acordo com os valores de PH obtidos, os trigos analisados são do tipo 1, com exceção de duas amostras. O peso de mil grãos oscilou entre 25,83 g e 49,80 g. Na composição proximal, as variedades analisadas apresentaram diferenças significativas para teores de cinzas, proteínas, lipídios e carboidratos. A ACP evidenciou o agrupamento das variedades segundo os parâmetros analisados, observando-se que a amostra 17 (TBIO Sossego, de Mauá da Serra-PR, colheita 2017) é a mais indicada devido ao seu maior teor de carboidratos e conteúdo proteico desejável para malteação.

Palavras-chave: *Triticum* spp. Malteação. Parâmetros físico-químicos. Análise das componentes principais.

ABSTRACT

Wheat is considered the main input for various foods intended for human and animal consumption. In addition to bakery products, it is one of the most used cereals in malting. Its chemical composition is influenced by soil, climate and region where it is cultivated. The present work aimed to evaluate the malting of varieties of wheat from Paraná and São Paulo using physical-chemical parameters. The 1000 grain weight, the hectoliter weight and the moisture, ash, protein and lipid contents were determined using MAPA's and IAL's methodologies. The carbohydrate content was calculated by difference. The data were submitted to ANOVA for comparison of means (Tuckey, $p < 0.05$) and Principal Component Analysis (PCA) to verify the grouping of samples according to the studied parameters. Considering the PH values obtained, the wheat samples are type 1, except for two samples. The 1000 grain weight varied between 25.83 g and 49.80 g. In the proximal composition, the analyzed cultivars showed significant differences for ash, protein, lipid and carbohydrate contents. The PCA showed the grouping of varieties according to the studied parameters. The 17 sample (TBIO Sossego, from Mauá da Serra-PR, harvest 2017) is the most suitable for malting due to its higher carbohydrate content and appropriate protein content.

Keywords: *Triticum* spp. Malting. Physical-chemical parameters. Principal component analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura do grão de trigo.....	15
Figura 2 – Equipamento Gehaka para determinação de PH.....	24
Figura 3 – Matriz das 13 amostras x 7 variáveis (Statistica7)	35
Figura 4 – Gráfico dos escores para os parâmetros físico-químicos.....	36
Figura 5 - Gráfico dos escores para as amostras.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição química do grão de trigo integral, do farelo, do endosperma e do gérmen (% base seca)	15
Tabela 2 - Média e desvio padrão dos valores de Peso Hectolitro e Peso de mil grãos das amostras de trigo analisadas.....	28
Tabela 3 - Classificação do trigo em função do PH.....	29
Tabela 4 - Média e desvio padrão dos valores de Composição Proximal das amostras de trigo analisadas (b.u.)	31

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	13
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3 TRIGO E SEU USO PARA MALTEAÇÃO	14
3.1 TRIGO.....	14
3.2 ESTRUTURA DO GRÃO DE TRIGO	14
3.3 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO GRÃO	15
3.4 MALTEAÇÃO.....	17
3.5 FUNDAMENTOS DOS MÉTODOS UTILIZADOS NAS ANÁLISES.....	18
3.5.1 Peso de mil grãos.....	18
3.5.2 Peso hectolitro.....	18
3.5.3 Umidade	19
3.5.4 Cinzas	19
3.5.5 Proteínas	20
3.5.6 Lipídios	20
3.5.7 Carboidratos.....	21
4 MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1 AMOSTRAS DE TRIGO.....	22
4.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	23
4.2.1 Determinação de peso de mil grãos	23
4.2.2 Determinação de peso hectolitro	23
4.2.3 Determinação de umidade	24
4.2.4 Determinação de cinzas	25
4.2.5 Determinação de proteínas	25
4.2.6 Determinação de lipídios	26
4.2.7 Determinação de carboidratos	27
4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS.....	27
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5.1 PESO HECTOLITRO E PESO DE MIL GRÃOS.....	28
5.2 COMPOSIÇÃO PROXIMAL.....	31
5.3 ANÁLISE DAS COMPONENTES PRINCIPAIS (ACP)	35
6 CONCLUSÕES	38
REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO

O trigo é um dos cereais de maior cultivo no mundo, sendo de grande importância econômica na produção agrícola e industrial de alimentos. É também considerado o principal insumo de vários alimentos destinados ao consumo humano e animal (CAMPONOGARA, 2015). A sua produção destaca-se na região Sul do Brasil, sendo Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina os maiores produtores, representando 88% da área e da produção total do trigo em território nacional. (KLEIN, 2020). De acordo com Soares (2020), a produção de trigo no Brasil teve como estimativa 5,2 milhões de toneladas na safra 2020. O Brasil não é autossuficiente nesse grão.

De acordo com Carvalho (2015), o trigo é um dos cereais mais utilizados na malteação e uma das mais antigas matérias-primas na produção de cerveja. O grão é rico em carboidratos (amido), sendo que a malteação é o processo que prepara o malte através da germinação do grão, modificando sua composição química e aumentando a atividade enzimática (CARVALHO, 2015). O malte é o ingrediente que confere cor, aroma, sabor e atua na formação de espuma do produto (ABOUMRAD, 2015).

A popularidade da cerveja de trigo tem aumentado nos últimos anos, influenciado na sua demanda e atenção (MASTANJEVIĆ et al., 2018). De acordo com Psota; Musilová (2020), a qualidade do malte do trigo segue os mesmos parâmetros com que é feito o malte de cevada, porém com tecnologia de produção diferente, que depende da região onde é produzido.

De acordo com a Instrução Normativa Nº 65, de 10 de dezembro de 2019 da ANVISA (2021), “Mosto é a solução em água potável de compostos resultantes da degradação enzimática do malte, com ou sem adjuntos cervejeiros e ingredientes opcionais, realizada mediante processos tecnológicos adequados”. A mesma Instrução Normativa define malte e malteação como “Malte ou cevada malteada é o grão de cevada cervejeira submetido a processo de malteação” e “Malteação é o processo no qual o grão de cereal é submetido à germinação parcial e posterior desidratação, com ou sem tostagem, em condições tecnológicas adequadas”.

O malte de boa qualidade depende da variedade de grãos de trigo. Geralmente, é obtido de grãos que contêm pouca quantidade de polissacarídeos não

amido, predominando sua fração solúvel. A porcentagem de germinação também é importante devendo ser superior a 92 % (CARVALHO, 2015).

Estudos realizados por Miranda; Mori; Lorini (2006) comprovaram que a qualidade do trigo depende da variedade e genótipo do trigo, clima, solo em que é cultivado, ano e região, fatores que têm influenciado significativamente a germinação pré-colheita. Desta maneira, é de grande relevância avaliar a influência das características físico-químicas de grãos provenientes de diferentes regiões, verificando qual a intensidade com que estas influenciam a malteação, podendo indicar qual o melhor cultivar para a produção de malte.

2 OBJETIVOS

Avaliar variedades de trigos paranaenses e paulistas através dos seus parâmetros físico-químicos, visando sua malteação.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar o peso hectolitro e o peso de mil grãos de treze variedades de trigo paranaenses e paulistas;
- Determinar a composição proximal das variedades estudadas;
- Verificar se há diferença estatisticamente significativa entre as médias de cada parâmetro analisado nas treze variedades;
- Classificar as amostras usando análise quimiométrica;
- Estabelecer quais as melhores variedades de trigo para malteação.

3 TRIGO E SEU USO PARA MALTEAÇÃO

3.1 TRIGO

O trigo (*Triticum aestivum*) é uma gramínea originária do “Crescente Fértil”, que compreende desde o território africano (Norte do rio Nilo) até ao território asiático (atuais Iraque e Kwait) do Médio Oriente. O grão de trigo é um dos cereais mais produzidos do mundo, estando em terceiro lugar, depois do arroz e do milho, com vasta distribuição territorial (TAKEITI, 2019)

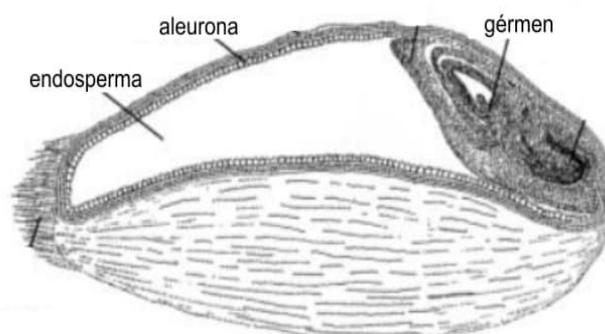
Segundo Rossi; Neves (2004), os grãos de trigo chegaram ao Brasil em 1534, e as primeiras lavouras começaram a ser cultivadas em São Vicente. No entanto, só adquiriram importância econômica no Brasil colonial, em meados do século XVII, quando plantadas no Rio Grande do Sul e em São Paulo. O seu cultivo destaca-se nas regiões do Paraná, Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul e São Paulo onde se encontram a maior produção do grão (CONAB, 2017).

Devido a isto, há uma grande variedade de grãos de trigo em razão das condições climáticas e de solo que os diferencia, o que leva a uma classificação quanto ao período do ano em que há o crescimento (trigo de inverno ou trigo de primavera) e quanto ao conteúdo de glúten, principal proteína encontrada no trigo (TAKEITI, 2019).

Desta maneira, o trigo cumpre um papel importante para o segmento do agronegócio brasileiro. O grão de trigo faz parte de pesquisas para melhoramento de técnicas agrícolas, adaptação a diferentes condições edafoclimáticas, resistência a doenças e controle de pragas, procurando agregar maior valor às suas propriedades tecnológicas, demonstrando clareza ao se produzir grãos que sejam adequados ao processamento industrial (CARVALHO, 2015).

3.2 ESTRUTURA DO GRÃO DE TRIGO

O grão de trigo é formado pelo pericarpo, endosperma e pelo gérmen. Compõem-se também por uma fina camada de aleurona, que circunda completamente o endosperma e o gérmen que corresponde 7% da massa seca do grão de trigo (JAEKEL, 2013). A estrutura do grão de trigo integral, formado por farelo, endosperma e gérmen, é apresentada na Figura 1.

Figura 1 – Estrutura do grão de trigo

Fonte: adaptado de McKevith (2004).

3.3 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO GRÃO

A farinha proveniente do grão de trigo tem uma participação expressiva na dieta alimentar humana (CONAB, 2017). Sua qualidade é definida pelas suas propriedades estruturais, microbiota existente, conteúdo de nutrientes do grão e de suas frações, as quais influenciam as propriedades funcionais e tecnológicas do produto (SCHEUER et al., 2011). A composição química do grão de trigo integral, do farelo, do endosperma e do gérmen pode ser visualizada na Tabela 1. Esta composição pode sofrer variações conforme à região, às condições de cultivo e ao ano da colheita (CONAB, 2017).

Tabela 1 - Composição química do grão de trigo integral, do farelo, do endosperma e do gérmen (% base seca)

Parâmetro	Grão Integral	Farelo	Endosperma	Gérmen
Peso	100	17	80	3
Carboidratos	82	61	88	56
Proteínas	12	11	10	26
Lipídios	2	5	1	10
Fibra Total	2	14	>0,5	3
Cinzas	1,5	9	0,5	5

Fonte: Conab (2017).

Os carboidratos constituem a maior proporção em porcentagem dos componentes do grão (Tabela 1). Segundo Jaekel (2013), os grãos de trigo são ricos em carboidratos fermentáveis tais como fibras alimentares, amido resistente e oligossacarídeos. O amido, encontrado no grão de trigo na forma de amilose e

amilopectina, é responsável pela formação de géis que conferem grande potencial na modificação da textura e influenciando na qualidade dos produtos elaborados na panificação (SCHEUER et al., 2011). Essas estruturas sofrem transformações quando submetidas ao tratamento térmico, como a gelatinização e a retrogradação que dependerão de vários fatores, entre eles a proporção de amilose/amilopectina (CONAB, 2017). Durante a malteação, são desenvolvidas enzimas proteolíticas que convertem o amido em açúcares como a glicose, maltose e maltodextrinas. O malte assim obtido também possui, em sua forma original, sacarose e frutose, não advindas da conversão do amido em açúcar (SILVA, 2019).

Segundo a Tabela 1, as proteínas ocupam o segundo lugar na composição do grão de trigo. Segundo Gutkoski et al. (1999), o teor médio de proteínas encontrados no trigo é de 8% e 14%. Estão divididas em dois grupos: as proteínas não formadoras de glúten, que são solúveis, como as albuminas e as globulinas, e as proteínas formadoras de glúten, ou de reserva, como as gliadinas e as gluteninas (SHEUER et al., 2011). Grãos de trigo de variedades diferentes e destinados à indústria cervejeira, são oriundos de trigos brandos e endosperma farináceo contendo 11% de proteínas, embora algumas cervejas tenham um grau mais elevado de qualidade quando obtidas de trigos duros (CARVALHO, 2015).

No processo de malteação, o nitrogênio total permanece invariável, porém, o teor de aminoácidos e peptídeos triplica (LIZARAZO, 2003), devido às proteínas que são hidrolisadas a componentes de menor peso molecular, tornando-se mais solúveis. Durante o processo de malteação e de produção de cerveja, há um decréscimo, pois as proteínas são quebradas enzimaticamente em compostos menores (PORTO, 2011). Estas proteínas e, principalmente as glicoproteínas, têm sido associadas à formação de espuma na cerveja, sabor cor, palatabilidade, corpo e textura (FALTERMAIER et al., 2014). Por apresentarem diferentes pesos moleculares e hidrofobicidade, polipeptídios e proteínas conferem alta estabilidade da espuma. (SILVA; FERREIRA; TEIXEIRA, 2006). Nutrientes que são desenvolvidos por enzimas proteolíticas são muito significativos para determinar o quão bem atenuado o mosto da cerveja será. (PAPAZIAN, 2014).

Os lipídios formam parte de estruturas e reserva das plantas. Na composição do trigo (Tabela 1), os lipídios estão em baixos percentuais, encontrando-se principalmente no gérmen, na proporção de 1,5 a 2,0 % (COSTA, 2013). Compreendem estruturas diversificadas, originadas a partir de membranas, organelas

e esferossomos (SHEUER et al., 2011). Nos grãos de cereais, os lipídios, são formados em maior parte por ácidos graxos insaturados, sendo o ácido linoleico correspondente a 50 % e o ácido linolênico, cerca de 5 %. Em menor quantidade se encontram os ácidos palmítico e oleico (GOESAERT et al., 2005). Estes ácidos poli-insaturados são substratos para a enzima lipoxigenase que promove a sua oxidação, em presença de oxigênio, resultando na formação de hidroperóxidos. Estas reações de oxidação reduzem a qualidade nutricional e sensorial do cereal e seus subprodutos derivados (MANDARINO, 1994). No entanto, os ácidos graxos de cadeia curta e cadeia média, como o ácido caprótico e ácido caprílico, influenciam no aroma da cerveja obtida do trigo (FALTERMAIER et al., 2014).

As cinzas ou conteúdo mineral do trigo pode variar de 1,5 a 2,5 %, sendo o mais abundante o fósforo (16 a 22 % das cinzas) (SCHEUER et al., 2011). Os minerais encontram-se principalmente no farelo. Cálcio e manganês estão em quantidades maiores nas camadas mais externas do farelo. Já cobre, potássio, ferro, zinco se localizam em proporções maiores na camada da aleurona. Outros elementos que fazem parte da composição mineral do trigo são magnésio, silício, estrôncio, molibdênio, selênio e cádmio (DE BRIER et al., 2015).

3.4 MALTEAÇÃO

Geralmente, o trigo e seus derivados como malte de trigo e amido, são utilizados como principal matéria prima na fabricação de cerveja. O trigo é um cereal que pela sua composição química e nutricional e seu alto poder diastásico, caracteriza-se por um grande potencial produtivo. Os principais fatores usados para distinguir a variedade de trigo são os teores de proteína, dureza ou maciez, se o grão é de inverno ou primavera. Depraetere et al., (2004) utilizou em sua pesquisa para a fabricação de cerveja uma variedade de trigo macio, de endosperma farináceo, obtendo maiores rendimentos, visto que o grão macio é de fácil moagem. Em contrapartida, é interessante que o grão duro e com alto teor de proteína seja usado como matéria prima, obtendo uma cerveja mais pálida e com boa estabilidade de espuma. Nutrientes que são desenvolvidos por enzimas proteolíticas são muito significativos para determinar o quão bem atenuado o mosto da cerveja será (PARAZIAN, 2014).

Segundo Depraetere (2004) polissacarídeos de alto peso molecular como glucanos e arabinosilanos, possuem propriedades que aumentam a viscosidade da cerveja e que também reduzem a retenção de líquido na espuma, aumentando assim, a sua estabilidade.

O processo de obtenção do malte caracteriza-se em três passos: umidificação (processo de absorção de água pelo grão); germinação (crescimento dos embriões, síntese de enzimas e quebra do endosperma); e a secagem (estabilização do produto) (TERPINC et al., 2016). Durante a secagem, características essenciais do malte são formadas, especificamente cor, aroma e variação enzimática (SANTOS et al., 2001).

Segundo NOELLO et al. (2012), a reação enzimática no endosperma ocorre por um período maior, ocasionando a reação de transformação do amido em açúcares. Ainda que minimizados durante a secagem, há probabilidade de perdas da atividade enzimática durante o processo de malteação. Quando há aumento da degradação do endosperma, há também formação de enzimas, envolvendo processos fisiológicos e bioquímicos. Os açúcares fermentáveis são obtidos pelas enzimas amilolíticas que convertem amido em açúcares (NOELLO et al., 2012).

3.5 FUNDAMENTOS DOS MÉTODOS UTILIZADOS NAS ANÁLISES

3.5.1 Peso de Mil Grãos

O peso de mil grãos é utilizado para calcular a densidade de semeadura, o número de grãos por embalagem e o peso da amostra de trabalho para análise de pureza (MAPA, 2009; BRUNING et al., 2012), sendo uma medida que apresenta forte controle genético, mas também é afetado pelas condições de temperatura, de luminosidade e de umidade durante a fase de maturação no campo (GUARIENTE, 1993). É uma informação que fornece uma ideia do tamanho, estado de maturação e sanidade dos grãos (MENGARDA; LOPES, 2012).

3.5.2 Peso Hectolitro

O peso do hectolitro ou PH refere-se à densidade do grão em kg de 100 litros de grãos, fornecendo informação sobre a forma, a textura do tegumento, o tamanho,

o peso e as características extrínsecas ao material, tais como a presença de palha, de terra e de outras matérias estranhas (GANDINI; ORTIZ, 2019).

O PH é influenciado pelo clima, solo, adubação, sistema de culturas, ocorrência de insetos e de doenças, maturidade da semente, beneficiamento, grau de umidade da semente e tratamento químico (THOMAS, 2015).

3.5.3 Umidade

A umidade está relacionada à estabilidade, qualidade e composição do alimento e corresponde à água encontrada em seu estado original na amostra de farinha. Pode ser analisada em estufa de ar, com temperatura de 130 °C até peso constante ou em outro equipamento que confere o mesmo resultado. O vapor formado é eliminado aplicando calor sob condições controladas. O método recomendado foi desenvolvido para reduzir oxidação, decomposição ou a perda de outras substâncias voláteis, permitindo a remoção máxima da água (CECCHI, 2003).

3.5.4 Cinzas

Definem-se cinzas como o resíduo inorgânico que se mantém após a queima da matéria orgânica. A cinza obtida pode não ter a mesma composição da matéria mineral inicial presente no alimento, apresentando perda de algum composto volátil. Os elementos minerais conforme sua composição no alimento e condições de incineração apresentam-se na cinza sob a forma de óxidos, sulfatos, fosfatos, silicatos e cloretos (CECCHI, 2007).

Segundo Miranda; Mori; Lorini (2009), a análise de cinzas serve para representar a quantidade de minerais ou cinzas do grão de trigo ou de sua farinha, onde seu valor é dado em porcentagem, estando essa análise relacionada com a cor da farinha. Os principais sais minerais que estão presentes nos cereais são: cálcio, ferro, sódio, potássio, magnésio e fósforo, sendo obtidos pela queima da matéria orgânica da farinha que é transformada em CO₂, H₂O e NO₂. Esses minerais são encontrados em maior quantidade na parte do farelo extraído do grão de trigo. Podem ocorrer mudanças, como a transformação de oxalatos de cálcio em carbonatos, ou até óxidos (MIRANDA; MORI; LORINI, 2009).

3.5.5 Proteínas

Nos alimentos, a proteína além da função nutricional, possui propriedades sensoriais e de textura. Podem vir combinadas com lipídios e carboidratos. A quantidade de proteína contida na farinha de trigo varia entre 9,8% e 13,5% (CECCHI, 2007).

Segundo Souza et al., (2016), a determinação de proteínas baseia-se na determinação de nitrogênio, geralmente feita pelo processo de digestão Kjeldahl. Este método, idealizado em 1883, tem sofrido numerosas modificações e adaptações, porém sempre se baseia em três etapas: digestão, destilação e titulação.

Digestão – A matéria orgânica existente na amostra é decomposta com ácido sulfúrico e um catalisador, onde o nitrogênio é transformado em sal amoniacal.

Destilação – A amônia é liberada do sal amoniacal pela reação com hidróxido e recebida numa solução ácida de volume e concentração conhecidos.

Titulação – Determina-se a quantidade de nitrogênio presente na amostra titulando-se o excesso do ácido utilizado na destilação com hidróxido.

3.5.6 Lipídios

Lipídios são definidos como componentes do alimento que são insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos tais como éter etílico, éter de petróleo, acetona, clorofórmio, benzeno e álcoois. Dentro desta categoria estão incluídos ácidos graxos livres, mono, di e triacilgliceróis, fosfolipídios, glicolipídios, esfingolipídios além de esteróis, pigmentos e vitaminas lipossolúveis (CECCHI, 2007).

De acordo com Cecchi (2007), a extração de lipídios por solvente a quente possui três etapas principais. A primeira é a extração por solvente orgânico sendo o solvente mais utilizado o éter de petróleo ou sua mistura com hexano (1:1). A segunda etapa é a eliminação do solvente por evaporação e a terceira é a pesagem da gordura extraída. A extração é realizada em um extrator Soxhlet que utiliza o refluxo do solvente, sendo o processo intermitente (LUTZ, 2005). Tem a vantagem de evitar alta temperatura de ebulição do solvente, sendo que a amostra não fica diretamente em contato com o solvente muito quente, evitando a decomposição da gordura da amostra (CECCHI, 2007).

3.5.7 Carboidratos

Os carboidratos constituem a maior porcentagem na composição do grão de trigo (Tabela 1), correspondendo 60 % ao amido (CECCHI, 2007). Devido à sua complexidade na composição, o teor de carboidratos foi calculado por diferença, completando assim a composição proximal das amostras.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 AMOSTRAS DE TRIGO

As amostras de trigo foram fornecidas pelo INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (IAPAR), os cultivares analisados, sua origem, ano e local de coleta são apresentados no Quadro 1

Quadro 1 - Dados 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
6	TBIO Sossego	Lagoa Bonita Grãos	2018	Itaberá -SP
7	TBIO Toruk	Lagoa Bonita Grãos	2018	Itaberá -SP
8	TBIO Sonic	Lagoa Bonita Grãos	2018	Itaberá -SP
9	TBIO Mestre	Grãos Sorria	2018	Cambará -SP
11	TBIO Mestre	Embrapa Soja	2017	Ponta Grossa- PR
12	TBIO Toruk	Embrapa Soja	2017	Ponta Grossa- PR
15	TBIO Sonic	Grãos Vedovati	2017	São Jerônimo da Serra- PR
16	TBIO Mestre	Grãos Mauá	2017	Mauá da Serra -PR
17	TBIO Sossego	Grãos Mauá	2017	Mauá da Serra -PR

Fonte: O próprio autor (2020).

De acordo com a BIOTRIGO (2020) as cultivares TBIO Sonic e Tbio Mestre são classificadas como trigo Melhorador, já a cultivar Tbio Toruk como trigo Melhorador e Pão; Tbio Sossego se enquadra apenas na classe Pão. Esta classificação está de acordo com a Instrução Normativa n. 38 de 01.12.2010 do MAPA.

Segundo a BIOTRIGO (2020), a cultivar Tbio Mestre apresenta quantidades elevadas de proteína facilitando o manejo, obtendo um grande rendimento com qualidade industrial desejada. Tbio Sossego e Toruk, são trigos de qualidade que apresentam bons resultados para a indústria de panificação.

4.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Química (B301) e no Laboratório Multiusuários (A304). As análises de peso de mil grãos e peso hectolitro foram realizadas no Laboratório de Panificação A001.

As determinações de peso de mil grãos, peso hectolitro e umidade foram realizadas de acordo com o Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2009). Os teores de cinzas, proteínas e lipídios foram determinados de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (2005). O teor de carboidratos foi calculado por diferença.

4.2.1 Determinação de Peso de Mil Grãos

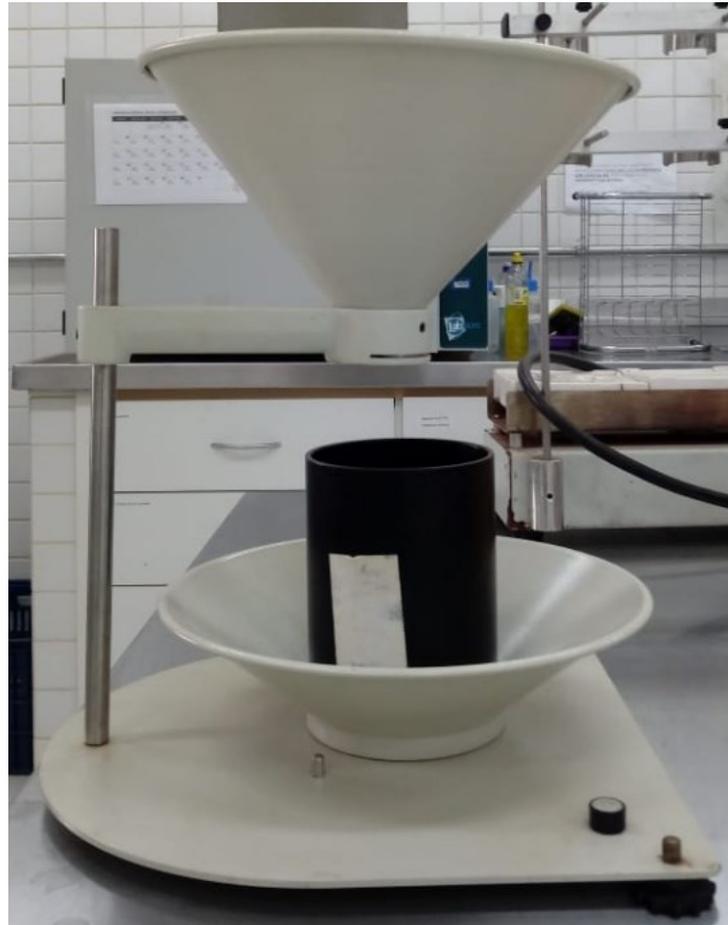
A análise foi realizada fazendo oito amostras de 100 grãos, sendo cada uma pesada em balança analítica (Shimadzu, modelo ATY224), com precisão de 0,0001 g e calculando-se a média e o desvio padrão. O peso de mil grãos se calcula multiplicando a média por 10 (MAPA, 2009).

4.2.2 Determinação de Peso Hectolitro

Para a determinação do peso hectolitro foi utilizado o equipamento de marca Gehaka (**Figura 2**) composto por balança e kit para determinação de PH, transformando os pesos em kg/hL e calculando a média dos resultados de três repetições. O resultado foi expresso em kg/hL, com uma casa decimal (MAPA, 2009).

$$PH = \frac{(Massa\ total\ (g) - Massa\ cilindro\ (g))}{Volume\ do\ cilindro\ (L) \times 10} \quad (1)$$

Figura 2 – Equipamento Gehaka para determinação de PH



Fonte: O próprio autor (2020).

4.2.3 Determinação de Umidade

A umidade das amostras de trigo foi determinada de acordo com MAPA (2009) em estufa a 130 ± 3 °C. Os recipientes foram secos por 30 minutos, sob circulação de ar, em estufa (Tecnal), a 130 °C. Após esfriamento em dessecador, os recipientes foram identificados e foi pesado 2,0000 g de cada amostra, em balança analítica (Shimadzu, modelo ATY224), com precisão de 0,0001 g. Os grãos foram distribuídos uniformemente nos recipientes e pesados novamente.

Os recipientes com as amostras foram colocados na estufa a 130 °C, iniciando a contagem do tempo de secagem somente depois da temperatura retornar a 130 °C. As amostras foram mantidas na estufa durante 2 horas. Após o período de secagem, as amostras foram retiradas da estufa, e colocadas em dessecador até esfriar. A

pesagem foi realizada e a umidade foi calculada de acordo com a fórmula (2). As análises foram realizadas em triplicata.

$$\%Umidade = \frac{100x(P-p)}{P-t} \quad (2)$$

onde: P = peso inicial, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente úmida (g)

p = peso final, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente seca (g)

t = tara, peso do recipiente com sua tampa (g)

4.2.4 Determinação de Cinzas

Foi pesado de 5,0000 g da amostra em cadinho, utilizando em balança analítica (Shimadzu, modelo ATY224), com precisão de 0,0001 g, previamente aquecido em mufla a 550 °C, resfriado em dessecador até a temperatura ambiente e pesado. A amostra foi carbonizada em bico de gás até que não soltasse mais fumaça. A eliminação completa do carvão foi realizada em mufla (Quimis, modelo Q318M), a 550 °C, até peso constante. O resfriamento pré-pesagem realizou-se em dessecador até alcançar a temperatura ambiente. As operações de aquecimento e resfriamento foram repetidas até peso constante e a porcentagem de cinzas calculada com a fórmula (3). As análises foram realizadas em triplicata.

$$\%Cinzas = \frac{100xN}{P} \quad (3)$$

Sendo N = massa de cinzas (g)

P = massa de amostra (g)

4.2.5 Determinação de Proteínas

Foi realizada a pesagem de 1 g da amostra em papel de seda, utilizando em balança analítica (Shimadzu, modelo ATY224), com precisão de 0,0001 g, e transferido para o tubo específico de Kjeldahl (papel + amostra). Adicionou-se 25 mL

de ácido sulfúrico concentrado e cerca de 6 g da mistura catalítica (sulfato de cobre/sulfato de potássio). O aquecimento foi realizado em equipamento específico e dentro da capela, até a solução se tornar azul-esverdeada e livre de material não digerido (pontos pretos). Após esfriamento à temperatura ambiente, foi realizada a destilação em sistema automático, utilizando o equipamento Tecnal TE 0363, liberando a amônia com solução de hidróxido de sódio 40% e coletado o destilado em erlenmeyer com 25 mL de ácido clorídrico 0,05 M contendo 3 gotas do indicador vermelho de metila. A titulação do excesso de HCl foi realizada com hidróxido de sódio 0,1 mol/L. O teor de proteínas foi calculado usando a fórmula (4). As análises foram realizadas em triplicata.

$$\%Proteína = \frac{V \times 0,14 \times f}{P} \quad (4)$$

sendo V = diferença entre o nº de mL de ácido clorídrico 0,05 M e o nº de mL de hidróxido de sódio 0,1 mol/L gastos na titulação

P = massa da amostra (g)

f = fator de conversão do trigo = 5,83

4.2.6 Determinação de Lipídios

Foi pesado de 2,0000 g da amostra em cartucho de Soxhlet, em balança analítica (Shimadzu, modelo ATY224), com precisão de 0,0001 g. Para extração foi usado o extrator automático Soxtec 2050 da marca Foss. Foi adicionado éter de petróleo p.a. (30-60) como solvente extrator. Ao final da extração, retirou-se os copos com o material extraído, esfriando-se em dessecador. Após pesagem, realizou-se o cálculo para quantificação do teor de lipídios de acordo com a fórmula (5). As análises foram realizadas em triplicata.

$$\%Lipídios = \frac{100 \times N}{P} \quad (5)$$

sendo N = massa de lipídios (g)

P = massa de amostra (g)

4.2.7 Determinação de Carboidratos

Após terem sido realizadas as análises de umidade, cinzas, proteínas e lipídios, foram calculados o teor de carboidratos por diferença.

4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos nas análises realizadas em triplicata foram submetidos à análise de variância (ANOVA), utilizando o programa Statistica 7. As médias de cada parâmetro foram comparadas usando o Teste de Tuckey ($p < 0,05$), para verificar se existe diferença significativa entre as amostras.

Os valores obtidos dos parâmetros analisados foram relacionados com as variedades de trigo utilizando análise exploratória não supervisionada, o que permitiu observar se há agrupamento entre as amostras (variedade) de acordo com as propriedades físico-químicas. Foi utilizado o método de Análise das Componentes Principais (ACP), pois ela é aplicada a dados com nenhum agrupamento nas observações (TERRILE, 2016). Para tal fim foi utilizado também o programa Statistica 7.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 PESO HECTOLITRO E PESO DE MIL GRÃOS

Os resultados obtidos nas análises de peso hectolitro e peso de mil grãos das treze variedades de trigo paranaenses e paulistas são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Média e desvio padrão dos valores de Peso Hectolitro e Peso de mil grãos das amostras de trigo analisadas

Amostra	Peso Hectolitro	Peso mil grãos (g)
1	75,89 ± 0,26 ^d	33,83 ± 1,40 ^{def}
2	77,51 ± 1,62 ^{cd}	29,73 ± 0,25 ^{efgh}
3	73,43 ± 0,13 ^e	26,60 ± 0,61 ^h
4	75,52 ± 1,84 ^{de}	25,83 ± 3,07 ^h
6	81,38 ± 0,06 ^a	37,27 ± 1,82 ^{cd}
7	81,34 ± 0,50 ^a	40,60 ± 0,36 ^{bc}
8	82,23 ± 0,23 ^a	49,80 ± 1,40 ^a
9	77,56 ± 0,04 ^{cd}	33,80 ± 1,35 ^{defg}
11	77,06 ± 0,78 ^{cd}	28,13 ± 5,14 ^{gh}
12	77,10 ± 0,02 ^{cd}	28,27 ± 0,55 ^{fgh}
15	77,83 ± 0,07 ^{bc}	43,33 ± 0,87 ^b
16	81,56 ± 0,07 ^a	35,30 ± 0,50 ^{cde}
17	80,25 ± 0,05 ^{ab}	37,00 ± 0,96 ^{cd}

Fonte: O próprio autor (2021)

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

O peso hectolitro (PH) é utilizado na classificação e comercialização do trigo sendo influenciado pela uniformidade, forma, densidade e tamanho do grão, além do conteúdo de matérias estranhas e quebrados da amostra. Desta forma, quanto maior o peso hectolitro, maior o rendimento de farinha e, portanto, melhor a qualidade do produto (ORMOND et al., 2011).

O PH é um dos parâmetros que junto com o teor de umidade dos grãos e o limite de defeitos determina o Tipo do grão, podendo ser Tipo 1, Tipo2, Tipo 3 ou fora

de Tipo. A Tabela 3 apresenta os Tipos de trigo de acordo com os parâmetros mencionados (BRASIL, 2010). Segundo Almeida et al. (2011), o trigo tem valor padrão de PH igual a 78kg/hL.

Os valores de PH encontrados neste trabalho variaram entre 73,43 e 82,23kg/hL. De acordo com estes resultados, a amostra 4 pode ser classificada como trigo de tipo 2 enquanto a amostra 3 é classificada como sendo de tipo 3. Todas as demais amostras são trigos de tipo 1. Ormond et al. (2013) encontraram valores semelhantes de PH em sete variedades de trigo (BRS 18; BRS 254; EP 011210; IAC 24; IAC 350; SUPERA; VI 98053), variando entre 76,92 e 79,44kg/hL. Ainda conforme o mesmo autor, o peso hectolitro é importante para determinar a qualidade do trigo, sendo uma medida tradicional para a comercialização do grão. Segundo LIZARAZO (2003) a dureza do endosperma influencia o comportamento do grão em relação a capacidade de hidratação do grão. Grãos farináceos tem um poder de absorção maior se comparado a grãos vítreos. O processo de germinação modifica as características físico-químicas do endosperma resultando em hidrólise das proteínas do amido, síntese e transporte de enzimas, influenciando em grande parte a qualidade do malte.

Trigos com maior peso molecular e densidade elevada contribuem para o processo de malteação e nas reações que acontecem no mosto cervejeiro (LIZARAZO, 2003; (PINTO, 2013). Para maltagem, grãos com valores altos de peso hectolitro também indicam rendimento, uma vez que se refere à maior quantidade de massa de carboidratos e compostos proteicos. Para cevada, o ideal é que o valor de PH sejam, no mínimo, 58 kg/hL (ANTONIAZZI, 2021). Não existem parâmetros legais para trigos destinados a maltagem.

Tabela 3 - Classificação do trigo em função do PH

Tipo	PH
1	78
2	75
3	72
Fora de tipo	<72

Fonte: adaptado de BRASIL (2010, p. 10)

Os valores de peso de mil grãos apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as amostras analisadas, variando entre 25,83 g (amostra 4) e 49,80 g

(amostra 8). Segundo Biotrigo (2020), as cultivares TBIO Sossego (amostras 2, 6 e 17), Toruk (amostras 4, 7 e 12), Sonic (amostras 1, 8 e 15) e Mestre (amostras 3, 9, 11 e 16) são grãos duros. O peso de mil grãos encontrados em cada cultivar é de 33, 33, 38 e 35 g, respectivamente. Comparando estes valores com os obtidos neste trabalho, observa-se que as amostras 6, 7, 8, 15 e 17 apresentaram valores superiores enquanto a amostra 16 possui um valor próximo aos da Biotrigo e as restantes apresentaram peso de mil grãos abaixo do valor fornecido por esta empresa.

Carvalho; Beleia (2015) encontraram valores entre 16,27 e 32,77 g para treze amostras de trigos provenientes de regiões do Paraná e Rio Grande do Sul (BR). Wendt; Caetano; Nunes (2007) observaram que este parâmetro diminui em épocas com maior índice pluviométrico.

De acordo com MANDARINO (1994), o peso de mil grãos está associado à qualidade e à produtividade dos grãos de trigo. É utilizado como um dos parâmetros para acusar diferentes cultivares. Este índice aponta o tipo de cultivar além de detectar problemas durante a formação dos grãos. As práticas de cultivo e condições climáticas alteram o peso de mil grãos. O peso de mil grãos também está relacionado ao tamanho dos grãos. Grãos com peso muito elevado não são bem aceitos pela indústria, visto que podem dificultar o processo de moagem do grão. Em relação aos grãos menores, podem causar perdas devido ao baixo rendimento do grão moído. O tamanho do grão influencia na quantidade de água absorvida, em suma, grãos menores absorvem maior quantidade de água do que grãos maiores, principalmente durante o acondicionamento do trigo (BOSCHINI, 2010). Este índice (peso de mil grãos) aponta o tipo de cultivar além de detectar problemas durante a formação dos grãos. As práticas de cultivo e condições climáticas alteram o peso de mil grãos (MANDARINO, 1994). Souza et al. (2019) encontraram valores entre 51,8 a 59,3 g para peso de mil grãos em três cultivares obtidas do programa de melhoramento genético da Embrapa Trigo (ES), as quais apresentaram um poder germinativo superior a 96 %, o que lhes confere excelente qualidade para produção de malte.

5.2 COMPOSIÇÃO PROXIMAL

A composição proximal das treze variedades de trigos paranaenses e paulistas estudados neste trabalho é apresentada na Tabela 4.

Tabela 4 - Média e desvio padrão dos valores de Composição Proximal das amostras de trigo analisadas (b.u.)

Amostra	Umidade	Cinzas	Lipídios	Proteínas	Carboidratos
1	13,17 ± 0,94 ^a	1,88 ± 0,51 ^a	1,94 ± 0,21 ^{ab}	12,91 ± 0,08 ^d	70,10 ± 1,30 ^{cde}
2	13,06 ± 0,08 ^a	2,14 ± 0,10 ^{abc}	1,79 ± 0,26 ^{bc}	14,80 ± 0,20 ^b	68,21 ± 0,11 ^f
3	12,91 ± 0,12 ^a	2,41 ± 0,08 ^{abc}	2,11 ± 0,01 ^a	16,59 ± 0,11 ^a	65,28 ± 0,03 ^g
4	12,70 ± 1,05 ^a	2,07 ± 0,04 ^{abc}	1,43 ± 0,30 ^{bcd}	14,29 ± 0,09 ^{bc}	69,51 ± 1,00 ^{def}
6	12,99 ± 0,13 ^a	2,53 ± 0,13 ^{abc}	1,35 ± 0,04 ^{cd}	13,85 ± 0,23 ^c	69,28 ± 0,41 ^{def}
7	12,73 ± 0,70 ^a	2,32 ± 0,05 ^{abc}	1,31 ± 0,18 ^{cd}	9,91 ± 0,27 ^f	73,73 ± 0,83 ^a
8	13,14 ± 1,01 ^a	2,61 ± 0,07 ^{ab}	1,22 ± 0,12 ^d	12,69 ± 0,48 ^d	70,34 ± 0,79 ^{cde}
9	12,52 ± 0,37 ^a	2,58 ± 0,31 ^{ab}	1,79 ± 0,18 ^{abc}	14,26 ± 0,07 ^{bc}	68,85 ± 0,27 ^{ef}
11	13,37 ± 0,17 ^a	2,54 ± 0,02 ^{abc}	1,54 ± 0,13 ^{bcd}	12,75 ± 0,35 ^d	69,79 ± 0,37 ^{def}
12	13,15 ± 0,26 ^a	2,44 ± 0,21 ^{abc}	1,39 ± 0,33 ^{bcd}	11,99 ± 0,23 ^e	71,03 ± 0,67 ^{bcd}
15	12,17 ± 0,29 ^a	2,64 ± 0,03 ^{ab}	1,42 ± 0,13 ^{bcd}	12,00 ± 0,18 ^e	71,77 ± 0,15 ^{bc}
16	12,59 ± 0,21 ^a	2,73 ± 0,12 ^a	1,69 ± 0,05 ^{abcd}	12,72 ± 0,25 ^d	70,27 ± 0,13 ^{cde}
17	12,60 ± 0,27 ^a	2,00 ± 0,47 ^{bc}	1,27 ± 0,18	11,36 ± 0,07 ^e	72,77 ± 0,09 ^{ab}

**Médias com letras iguais não diferem estatisticamente pelo Teste de Tuckey (p<0,05)
Fonte: O próprio autor (2021).**

As amostras analisadas não apresentaram diferença significativa entre as médias correspondentes ao teor de umidade (p<0,05). Os valores encontrados variam entre 12,17 e 13,37%. O valor padrão de umidade do grão de trigo é de 13 % segundo a Instrução Normativa nº 38, de 30 de novembro de 2010 de identidade e qualidade do MAPA (BRASIL, 2021). Este parâmetro é de vital importância quando se trata do seu armazenamento pós-colheita, pois nesta etapa, a contaminação por mofo se torna crítica para a qualidade do grão, quando estocado com umidade maior que 14% (MIRANDA; MORI; LORINI, 2008; ELIAS et al., 2009). No início da malteação, quando o grão é colocado em contato com água (45%) e em temperaturas na faixa de 10 a 14 °C, os esporos germinam e desenvolvem espécies, algumas delas produtoras de micotoxinas, o que é indesejável nos alimentos e especificamente, para a linha de produção da cerveja (MASTANJEVIĆ et al., 2018).

Em relação ao teor de cinzas, as amostras analisadas apresentaram diferença significativa entre as médias ($p < 0,05$). Os valores encontrados neste trabalho variaram entre 1,88 e 2,73 %. Noello (2012) observou teores entre 1,68 e 2,45 % para a cultivar quartzo. O teor máximo de cinzas encontradas no grão de trigo deverá ser de 2,5 % de acordo a Instrução Normativa 8/2005 de identidade e qualidade do MAPA. (BRASIL, 2021).

A quantidade de cinzas encontrada no grão de trigo varia de acordo com o fator genético, tipo de solo, teor de matéria orgânica e concentração de nutrientes disponíveis. Fatores climáticos alteram a quantidade de matéria inorgânica encontrada no grão, assim como a umidade e radiação solar. Outro fator importante é o estágio de maturação do grão na colheita e a forma como o trigo é acondicionado pós-colheita (MANDARINO, 1993). No processo de malteação há perda de minerais, estando associada à permeabilidade do tegumento à água, ocorrendo um processo de lixiviação, uma vez que a maior parte do mineral encontrado no grão está presente em seu revestimento (AGUILAR et al., 2019). O teor de minerais também pode sofrer redução durante a etapa de germinação da maltagem. Os minerais que contribuem significativamente para o processo de fermentação são os íons constituintes dos sais sulfato de cálcio (CaSO_4) e cloreto de sódio (NaCl). O íon cálcio ajudará no processo de clarificação durante a fermentação fazendo com que a levedura se quebre mais facilmente. Além disso, os íons de cálcio ajudam na remoção de proteínas, taninos e sabores de casca do mosto fervente, pois ocorre precipitação proteica. Já os sulfatos (SO_4^{2-}) contribuem para dar um paladar seco e fresco ao final cerveja. No entanto, se os sulfatos forem adicionados em excesso, o amargor que contém no lúpulo será de difícil extração. O íon sódio (Na^+) contribuirá para o sabor característico da cerveja. Porém, estando em excesso, contribuirá para um sabor azedo. Os cloretos (Cl^-) tendem a conferir um sabor doce à cerveja (JANSON, 1996).

O teor de lipídios encontrado neste trabalho varia entre 1,22 e 2,11 %. É importante ressaltar que ocorre uma reação de oxidação devido ao teor lipídico encontrado no gérmen de trigo. Essa reação é chamada de reação enzimática em “cascata”. A reação oxidativa inicia-se com a hidrólise dos glicerídeos através da ação das lipases, fosfolipases e hidrolases acil lipolíticas. Após essa reação os ácidos graxos poli-insaturados, eles se tornam livres e sujeitos a oxidação responsável pelas lipoxigenases. As reações lipídicas que ocorrem no gérmen de trigo são de vital importância para controlar os *off flavors* e o amargor formado devido à oxidação que

ocorre nos alimentos (MANDARINO, 1994). Na cerveja há lipídios oriundos do malte, lipídios do lúpulo e do processo metabólico da levedura. O *trub*, que é o material esbranquiçado que se acumula no fundo do fermentador, pode consistir até 50% de lipídios. Mostos turvos contém de cinco a quarenta vezes de conteúdo lipídico de um mosto transparente. Ademais, contribuem para a viabilidade da levedura, pois são veículos de transporte de nutrientes através da parede celular e membrana celular. Em outras palavras, os lipídios fornecem alimento às leveduras para que ocorra a fermentação. Além disso, os lipídios inibem a formação de alguns ésteres que podem afetar o sabor e aroma da cerveja. Como desvantagem, eles contribuem para o envelhecimento da bebida, sendo facilmente oxidados durante o processo de fermentação, que contribui para o gosto “engordurado” e “ensaboadado” além de reduzirem a retenção de espuma (JANSON, 1996).

As amostras analisadas apresentaram diferença significativa entre as médias correspondentes ao teor de proteínas ($p < 0,05$). Os valores obtidos apresentaram variação entre 9,9 e 16,6. De acordo com Depraetere et al. (2014), o teor de proteína no grão de trigo para o início do processo de malteação é 11% podendo chegar a 13% (FALTERMAIER et al., 2014). Resultados semelhantes foram encontrados por D’Almeida et al. (2019) que estudaram oito genótipos de *Triticum aestivum* (Campeiro, ORS25, ORS1401, ORS1402, Marfim, Jadeite, Ametista e Topázio), fornecidos por uma empresa localizada em Passo Fundo (RS). Os teores proteicos dos grãos maduros variaram entre 10,2 e 15,1 %. Para produção de malte de cevada, o teor proteico não pode ultrapassar 12 %, pois se for este valor aumenta diminui o rendimento e qualidade do malte cervejeiro (WAMSER; MUNDSTOCK, 2007).

Durante o processo de malteação, as proteínas do trigo se comportam da mesma maneira que as proteínas da cevada, sofrendo proteólise. Este processo e seus câmbios metabólicos têm sido acompanhados por Faltermaier et al. (2013) utilizando técnicas de eletroforese. A cerveja oriunda do trigo tem em sua composição proteínas chamadas puroindolinas, que se ligam aos lipídios livres, evitando com que haja desestabilização da espuma na cerveja (SILVA; FERREIRA; TEIXEIRA, 2006). Ainda conforme o mesmo autor, as proteínas são o principal constituinte que tem a capacidade de manter a estabilidade da espuma na cerveja. Os compostos nitrogenados são o resultado da degradação das proteínas pela ação das enzimas proteolíticas (proteases) durante o processo de malteação, resultando em polipeptídios e aminoácidos livres que servem de alimento à levedura para a

fermentação do mosto (PINTO, 2013). As proteínas também são importantes para a formação de características sensoriais de cor e sabor além de interagir com compostos fenólicos que contribuem para a estabilidade coloidal da cerveja. Embora o teor de proteínas seja importante no processo de malteação, o seu excesso prejudica e prolonga o processo de fabricação da cerveja e compromete a sua qualidade devido a formação de precipitados proteicos (PINTO, 2013). A quantidade de proteínas não deve exceder os 12%. Quanto maior for o extrato de compostos nitrogenados, menor será o teor de amido e, conseqüentemente, a quantidade de açúcares formados é reduzido (LIZARAZO, 2003). Tornando-o uma característica negativa para o processo do fabrico cervejeiro.

As amostras de carboidratos apresentaram diferença significativa entre as médias encontradas ($p < 0,05$). Os valores obtidos variam entre 65 e 74 %. O teor de amido no trigo utilizado no mosto cervejeiro por D'Avila et al., (2012) foi de 57%. Alfeo (2017) apresentou como valores do extrato total de teor de amido no grão de trigo, percentuais de 61,2 e 63,3 %. Segundo Janson (1996), os carboidratos extraídos do malte são fonte de nutrientes para as leveduras e precursoras para a formação do álcool além de contribuírem com o dulçor e sabor maltado da cerveja. Para o processo cervejeiro, os dois açúcares mais importantes são a glicose e frutose. A glicose forma moléculas de açúcares mais complexos, sendo a principal fonte de alimento para as leveduras. As moléculas de açúcares como amido, amilose e amilopectina, são quebrados em açúcares menores durante o processo de mosturação e fervura do mosto. Amilopectina e amido têm diferentes ligações de glicose-glicose do que amilose ou açúcares mais simples. Estas moléculas formam ligações "verticais" e podem variar em posição, criando um grande variedade de moléculas de açúcar que não são totalmente decompostas pela levedura. Em virtude deste acúmulo de açúcar, moléculas de amido e amilopectina permanecem no mosto e, por consequência, na cerveja pronta, além da amilose que não foi quebrada em glicose e maltose durante a produção do mosto. Os açúcares que permanecem na cerveja, que possuem maior número de glicose, são responsáveis pelo sabor maltado da cerveja (JANSON, 1996). Conforme o mesmo autor, a frutose é um açúcar simples formando ligações frutose-frutose ou frutose-glicose que dão origem a outros açúcares complexos que são importantes para o processo da produção da cerveja. A rafinose é um açúcar importante para o processo que diferencia a levedura *lager* da *ale*. Algumas leveduras não consomem a rafinose durante o processo fermentativo, resultando numa cerveja

adocicada. Os betaglucanos são formados a partir de moléculas de maltose, maltotriose, amilose. Já as pentosanas, são formadas por moléculas de glicose e frutose. Estas moléculas se não forem degradadas durante a brassagem, podem ocasionar turvamento na cerveja.

5.3 ANÁLISE DAS COMPONENTES PRINCIPAIS (ACP)

Para verificar o agrupamento das amostras de acordo com os valores médios obtidos nas análises realizadas, foi realizada uma análise exploratória utilizando Análise das Componentes Principais. Para isto, foi montada uma matriz no programa Statistica 7, composta por 13 linhas (amostras) e 7 colunas (variáveis) (Figura 3).

Figura 3 – Matriz das 13 amostras x 7 variáveis (Statistica7)

Amostras	1 PH	2 Peso mil graos	3 Umidade	4 Cinzas	5 Lipídios	6 Proteínas	7 CHO
1	75,89	33,83	13,17	1,88	1,94	12,91	70,1
2	77,51	29,73	13,06	2,14	1,79	14,8	68,21
3	73,43	26,6	12,91	2,41	2,11	16,59	65,98
4	75,52	25,83	12,7	2,07	1,43	14,29	69,51
6	81,38	37,27	12,99	2,53	1,35	13,85	69,28
7	81,34	40,6	12,73	2,32	1,31	9,91	73,73
8	82,23	49,8	13,14	2,61	1,22	12,69	70,34
9	77,56	33,8	12,52	2,58	1,8	14,26	68,85
11	77,06	28,13	13,37	2,54	1,54	12,75	69,79
12	77,1	28,27	13,15	2,44	1,39	11,99	71,03
15	77,83	43,33	12,17	2,64	1,42	12	71,77
16	81,56	35,3	12,59	2,73	1,69	12,72	70,27
17	80,25	37	12,6	2	1,27	11,36	72,77

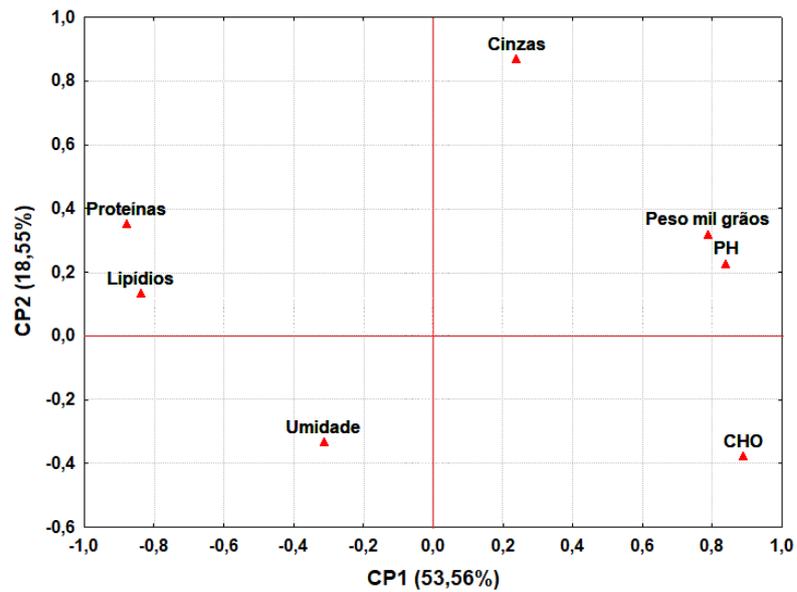
Fonte: O próprio autor (2021).

As duas primeiras componentes principais explicam 55,56 % e 18,55 % da variância total contida nos dados. Verificou-se que a melhor discriminação das amostras foi encontrada na projeção de CP1 x CP2. As Figuras 4 e 5 mostram os escores dos parâmetros estudados e das amostras, respectivamente.

Na Figura 5 observa-se que as amostras 1, 2, 3, 4 e 11, provenientes de Embrapa-PG, assim como a amostra 9 de Cambará-SP, se caracterizam por terem um maior teor de umidade, proteínas e lipídios (Figura 4), independente do ano de colheita. Estas amostras se localizaram nos escores negativos da CP1. A mostra 12 (Embrapa-PG) encontra-se no limite do escore zero da CP1.

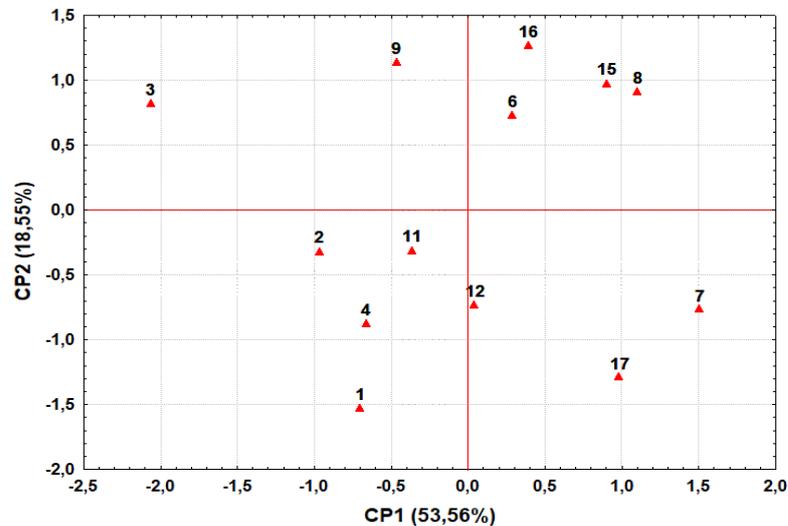
Os escores positivos da CP1 agrupam as amostras oriundas de Itaberá-SP (6, 7 e 8) e as provenientes de São Jerônimo da Serra-PR e Mauá da Serra-PR (15,16 e 17). Estas se caracterizam por maiores teores de cinzas e carboidratos, assim como também pelos valores maiores de PH e peso de mil grãos.

Figura 4 – Gráfico dos escores para os parâmetros físico-químicos



Fonte: O próprio autor (2021).

Figura 5 - Gráfico dos escores para as amostras



Fonte: O próprio autor (2021).

Conforme foi discutido, a disponibilidade de amido no grão que é a fonte de carboidratos é de vital importância para o processo de fermentação e mostura do malte e, também, sobre as características sensoriais da cerveja (JANSON, 1996).

Jin; Zhang; Du (2008) estudaram variedades de trigo para maltagem verificando que quando o teor de proteína aumenta no grão, são observadas quedas no teor de amido. Isto é evidenciado na Figura 4 onde proteínas e carboidratos estão em quadrantes opostos.

Desta maneira, a análise das Figuras 4 e 5 sugere que os trigos mais adequados para a produção de malte para fabricação de cerveja são os correspondentes às amostras 7 (TBIO Toruk, de Lagoa Bonita grãos-Itaberá-SP, colheita 2018) e 17 (TBIO Sossego, de Grãos Mauá-Mauá da Serra-PR, colheita 2017). No entanto, a amostra 7 apresenta um teor de proteínas de 9,91 % (Tabela 4) que não é um valor suficiente para iniciar a malteação (11 – 13 %). Conclui-se, então que a amostra 17 possui as características necessárias para ser utilizada no processo de malteação.

6 CONCLUSÕES

As amostras estudadas apresentaram valores de PH acima do mínimo exigido na legislação para trigo, bem como atenderam o quesito umidade.

O peso de mil grãos das amostras analisadas apresentou valores que se classificam em pequenos, médios e grandes, considerando o valor médio entre 33 e 36 g.

O conteúdo de cinzas apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre as cultivares. Seis amostras possuem teores menores que o exigido pelo MAPA.

O teor de lipídios apresentou diferença significativa ($p < 0,05$ %) entre as cultivares estudadas.

A porcentagem de proteína apresentou diferença significativa ($p < 0,05\%$) entre as amostras, das quais sete tem o teor de proteínas indicado para malteação.

A ACP colocou em destaque as amostras 7 e 17 como as mais adequadas para a malteação, devido ao seu maior conteúdo de carboidratos. No entanto, a amostra 7 não alcança o teor de proteínas requisitado para início da malteação. Desta maneira, recomenda-se utilizar a amostra 17 para desenvolver projetos de maltagem de trigo.

REFERÊNCIAS

- AGUILAR, Julio et al. Malting process as an alternative to obtain high nutritional quality quinoa flour. **Journal of Cereal Science**, Trujillo, Peru, p. 1-7, 11 out. 2019.
- ALFEO, Vincenzo et al. Preliminary evaluation of durum wheat (*Triticum Turgidum* Subsp Durum) during malting process. **AACC International**, Palermo, Italy, p. Cereal Chemistry. 2018;95:312–319., 28 jun. 2017.
- ALMEIDA, Danielle et al. Produtividade e qualidade de grãos de trigo em função da aplicação de nitrogênio no florescimento. **V reunião da Comissão Brasileira de Pesquisa de Trigo e Triticale**, Dourados-MS, 2011.
- ABOUMRAD, Jean Pierre Cordeiro; BARCELLOS, Yvie Carolinne Medeiros. **Análise e Simulação das Operações de Mosturação e Fermentação no Processo de Produção de Cervejas**. 2015. 65 p. Trabalho de conclusão de curso Graduação (Curso de Engenharia química) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2015.
- ANTONIAZZI, Noemir, Cultivo de cevada cervejeira no Brasil. X Workshop de cervejas especiais. Disponível em: <<https://www.candangobrau.com.br/pdfs/3-FAPA-NoemirAntoniazzi.pdf>>. Acesso em 24 abril, 2021.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Instrução Normativa Nº 65, de 10 de dezembro de 2019**. Disponível em <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-65-de-10-de-dezembro-de-2019-232666262>>. Acesso em 23 abril 2021.
- BIOTRIGO. **Guia de cultivares TBIO**. Disponível em: <https://biotrigo.com.br/catalogos_e_tabelas/Guia_Cultivares_2020_PR_SP_MS.pdf> Acesso em: 10 jan. 2021.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 38, de 30 de novembro de 2010. **Regulamento Técnico do Trigo**. Disponível em <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/normativos-cgqv/pocs/trigoinstrucao-normativa38_2010-com-alteracoes-in23_2016.pdf/view>. Acesso em 15 out.2020.
- BRUNNING, Fernanda de Oliveira; LÚCIO, Alessandro Dal 'Col; MUNIZ, Marlove F. Brião. Padrões para germinação, pureza, umidade e peso de mil grãos em análises de grãos de espécies florestais nativas do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal, Santa Maria**, v.21, n.2, p.193-202, 2011.
- BOSCHINI, Ana Paula Masson. **Produtividade e qualidade de grãos de trigo influenciados por nitrogênio e lâminas de água no Distrito Federal**. 2010. 1-54 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília -DF, 2010.
- CAMPONOGARA, Alexandre et al. O atual contexto da produção de trigo no Rio Grande do Sul. **REGET/UFSM.**, Santa Maria, v.19, n. 2, mai-ago 2015 p. 246-257.

CARVALHO, Paulo de Tarso. **Trigo com germinação pré-colheita na produção de malte**. 2015. 128 p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

CARVALHO, Paulo de Tarso; BELEIA, Adelaide del Pino. Alterações físico-químicas e atividade enzimática de trigo com germinação pré-colheita. **Rev. Ciênc. Agron.**, Fortaleza, v. 46, n. 3, p. 524-531, jul-set, 2015.

CECCHI, Heloísa Máscia. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos** 2. ed. Campinas: Editora da UNICAMP, 2003. 207 p.

CEPEA. **Trigo/Cepea: Menor estoque e necessidade de importação podem elevar preços**. 2019. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/releases/trigo-perspec-2019-menor-estoque-e-necessidade-de-importacao-podem-elevar-precos.aspx>>. Acesso em 4 de jul de 2019.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **A cultura do trigo** In: _____. Organizadores: NETO; Aroldo Antônio de Oliveira; ROMERO, Candice Mello Santos. Brasília: Conab, 2017. 218 p. Trigo - Brasil. I. Título. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>

COSTA, Mariana Souza. **Avaliação da qualidade industrial de linhagens de trigo por meio de métodos físico-químicos, reológicos e de panificação**. 2013. 133 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e ciência de Alimentos) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ribeirão Preto, 2013.

D'ALMEIDA, Carolina Thomaz dos Santos et al. Monitoramento da oxidação dos tióis proteicos em grãos de trigo imaturos e de diferentes aptidões tecnológicas. **Semear**, v. 1, n. 1, p. 31-42, ago/dez, 2019.

D'AVILA, Roseane Farias et al. Adjuntos utilizados para produção de cerveja: características e aplicações. **Estudos tecnológicos em engenharia**. n. 2, p. 60-68, jul-dez, 2012.

DE BRIER, Niels et al. Distribution of minerals in wheat grains (*Triticum aestivum* L.) and in roller milling fractions affected by pearling. **J. Agric. Food Chem.**, v. 63, p. 1276–1285, 2015.

DEPRAETERE, Sofie A. *et al.* Wheat Variety and Barley Malt Properties: Influence on Haze Intensity and Foam Stability of Wheat Beer. **Journal of the institute of brewing**, [S. l.], v.110, n.3, p.200–206, 2004.

ELIAS, Moacir Cardoso et al. Umidade de colheita, métodos de secagem e tempo de armazenamento na qualidade tecnológica de grãos de trigo (cv. 'Embrapa 16'). **Ciência Rural**, v.39, n.1, p.25-30, 2009.

FALTERMAIER, Andrea et al. Common wheat (*Triticum aestivum* L.) and its use as a brewing cereal – a review. **J. Inst. Brew.**, v.120, p.1–15, 2014.

FALTERMAIER, Andrea et al. Protein modifications and metabolic changes taking place during the malting of common wheat (*Triticum aestivum* L.). **J. Am. Soc. Brew. Chem.**, v.71, n.3, p.153-160. 2013.

GANDINI, Luana; ORTIZ, Laura. **Laboratório de qualidade de grãos**. EMBRAPA-Passo Fundo, RS, 2019. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do71_tc35-1.pdf>. Acesso em: 22 maio 2019.

GOESAERT, Hans et al. Wheat flour constituents: how they impact bread quality, and how to impact their functionality. **Trends in Food Science & Technology**, v. 16, p. 12–30, 2005.

GUARIENTE, Eliana Maria. Testes usados para a avaliação da qualidade industrial de trigo. In: _____. **Qualidade industrial de trigo**. 1. ed. Passo Fundo, RS: Cultrix, 1993. Cap. 4, p.10 Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/119419/1/FOL-05947.pdf>>. Acesso em: 14 maio de 2019.

GUTKOSKI, Luiz Carlos; ANTUNES, Ederson; ROMAN, Iortan Trevisan. Avaliação do grau de extração de farinhas de trigo e de milho em moinho tipo colonial*. **B.Ceppa, Curitiba**, v. 17, n. 2, p. 153-166, jul./dez.1999, [s. l.], 1999.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do instituto Adolfo Lutz: Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4 ed. São Paulo: versão digital, 2005.

JAEKEL, L. Z. **Influência da adição de diferentes fontes de fibras (farinha de trigo de grão inteiro e amido resistente) e de transglutaminase nas características tecnológicas, estruturais e sensoriais de massas alimentícias**. 2013. 193 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

JANSON, Lee.W. **Brew Chem 101: The Basics of Homebrewing Chemistry**. Storey Publishing, LLC, 1996.

JIN, Yuhong; ZHANG Kaili, DU Jinhua. Effects of wheat protein content on endosperm composites and malt quality. **J. Inst. Brew.** v.114, n.4, p.289–293, 2008.

KLEIN, Marcelo André. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Artigo: Trigo com boas perspectivas para 2020**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/52395260/artigo-trigo-com-boas-perspectivas-para-2020>> Acesso em: 15 fev. 2021.

LIZARAZO, Diana X. C. Parâmetros físico-químicos, germinativos e microestruturais de qualidade em cultivares brasileiros de cevada cervejeira. 2003. 71 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

MANDARINO, José Marcos Gontijo. Lipídios do Trigo . *In*: _____. **Componentes do trigo: Características físico-químicas, funcionais e tecnológicas**. LONDRINA EMBRAPA: CNPSO, 1994. Cap 3, p. 16.

MANDARINO, José Marcos Gontijo. Lipídios do Trigo . *In*: _____. **Aspectos Importantes para a qualidade do trigo**. LONDRINA EMBRAPA: CNPSO, 1994. Cap 5, p. 15.

MASTANJEVIĆ, Kristina et al. **From malt to wheat beer: A comprehensive multi-toxin screening, transfer assessment and its influence on basic fermentation parameters**. *Food Chemistry*, v. 254, p. 115-121, 2018.

MCKEVITH, B. Nutritional aspects of cereals. **British Nutrition Foundation**. v. 29, n. 2, p. 111-142, 2004.

MENGARDA, Liana Hilda Golin; LOPES, José Carlos. Qualidade de grãos e desenvolvimento inicial de plântulas de pimenta malagueta e sua relação com a posição de coleta de frutos. **Revista Brasileira de Grãos**, v. 34, n. 4, p. 644 - 650, 2012.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Regra para Análise de Grãos**. Brasília, 2009.

MIRANDA, Martha Zavariz; MORI, Claudia; LORINI, Irineu. **Qualidade comercial do trigo brasileiro: Safra 2005**. Embrapa Trigo - Documento 80, 2008, 102 p.

_____. **Qualidade comercial do trigo brasileiro: Safra 2006**. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do112.pdf>. Acesso em: 27 maio 2019.

NOELLO, Carla et al. Avaliação da atividade enzimática de malte de trigo. **Acta Iguazu**, Cascavel, v1, n4, p. 78-82, 2012.

ORMOND, Antônio Tassio et al. **Análise das características físicas de grãos de trigo**, Cuiabá, 2013.

PAPAZIAN, Charlie. **The Complete Joy of Homebrewing**. 4. ed. New York: HarperCollins, 2014.

PINTO, Ana Rita Marques. **Avaliação do processo de secagem no fabrico de malte: Caso de estudo da Sociedade Central de Cervejas e Bebidas, SA**. 2013. 81 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de alimentos) - Lisboa, Portugal, 2013.

PORTO, Paula de Donati. **Tecnologia de fabricação de malte: uma revisão**. 2011. 58 p. (Monografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

PSOTA, Vratislav; MUSILOVÁ, Markéta. System for the evaluation of malting quality of wheat varieties. **Kvasny prumysl**, v. 66, p. 232–238, 2020.

REBELLO, Flávia De Floriani Pozza. Produção de cerveja. **Revista Agrogeoambiental IFS de Minas Gerais**, Minas Gerais, dezembro 2009.

SAWANT, A. A. et al. Effect of temperature, relative humidity and moisture content on germination percentage of wheat stored in different storage structures. **Agric Eng Int: CIGR Journal**, v14, n2, p110-118, 2012.

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.

SILVA, Filipe; FERREIRA, Isabel M. P. L. V. O; TEIXEIRA, Natércia. Polipeptídeos e proteínas com influência na qualidade da espuma da cerveja e métodos analíticos utilizados no seu estudo. **Quím. Nova vol.29 no.6 São Paulo Nov./Dec. 2006**, São Paulo, 2006.

SOARES, Flavia Machado Starling. Trigo - Análise Mensal: CONAB. *In: Trigo*. Brasília- DF, 2020. Disponível em: file:///C:/Users/PC/Downloads/TrigoZ-ZAnaliseZMensalZ-ZFevereiro-2020%20(3).pdf. Acesso em: 22 out. 2020.

SOUZA, Jacimar Luis et al. Desempenho agrônômico e qualitativo de cultivares de cevada cervejeira no estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v. 9, n. 2, p. 44-51, Junho, 2019.

TERRILE, Amélia Elena. **Impressão digital espectroscópica em grãos crus de Coffea arabica, cultivado em dois tipos de arranjo e duas densidades de plantio**. 2016. 133 p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

THOMAS, Samuel. **Avaliação da qualidade de sementes salvas de trigo no município de Salvador das Missões**. Graduação (Agronomia) – Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, 2015.

WAMSER, Anderson Fernando; MUNDSTOCK, Claudio Mario. Teor de proteínas nos grãos em resposta à aplicação de nitrogênio em diferentes estádios de desenvolvimento da cevada. **Ciência Rural**, v.37, n.6, p. 1571-1576, nov-dez, 2007.

WENDT, Wilmar; CAETANO, Vanderlei da Rosa; NUNES, Cley Donizeti Martins. Rendimento de grãos e fatores de produção de trigo em função da ocorrência de precipitação pluviométrica na fase reprodutiva. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. 4 p. (**Comunicado técnico, 163**).