



UFC

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

VANESSA MENDES DE ABREU

**ESTUDO DA QUALIDADE TECNOLÓGICA DO GRÃO E DA FARINHA DE
TRIGO NACIONAL E IMPORTADOS DESTINADOS À PANIFICAÇÃO COM
ÊNFASE NAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E REOLÓGICAS**

FORTALEZA

2024

VANESSA MENDES DE ABREU

ESTUDO DA QUALIDADE TECNOLÓGICA DO GRÃO E DA FARINHA DE TRIGO
NACIONAL E IMPORTADOS DESTINADOS À PANIFICAÇÃO COM ÊNFASE NAS
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E REOLÓGICAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Audino Zambelli

FORTALEZA

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- A99e Abreu, Vanessa Mendes de.
Estudo da qualidade tecnológica do grão e da farinha de trigo nacional e importados destinados à panificação com ênfase nas análises físico-químicas e reológicas / Vanessa Mendes de Abreu. – 2024. 55 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Engenharia de Alimentos, Fortaleza, 2024.
Orientação: Prof. Dr. Rafael Audino Zambelli.
1. Farinha de trigo - Qualidade. 2. Triticum aestivum. 3. Trigo - Grãos - Qualidade. 4. Trigo - Análise .
5. Alimentos - Legislação. I. Título.

CDD 664

VANESSA MENDES DE ABREU

ESTUDO DA QUALIDADE TECNOLÓGICA DO GRÃO E DA FARINHA DE TRIGO
NACIONAL E IMPORTADOS DESTINADOS À PANIFICAÇÃO COM ÊNFASE NAS
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E REOLÓGICAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Audino Zambelli

Aprovada em: : ___ / ___ / ____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Rafael Audino Zambelli (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

M.^a Eliedir Ribeiro da Cunha Trigueiro
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Bel. Israel Rodrigues da Costa
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, Dario e Erika.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela força, saúde, por me guiar e sustentar ao longo de toda essa jornada.

À Universidade Federal do Ceará (UFC), em especial ao Departamento de Engenharia de Alimentos, por todo o conhecimento e oportunidades adquiridas nesses últimos anos.

Ao Prof. Dr. Rafael Zambelli, por ter aceitado me orientar nesse trabalho.

Aos participantes da banca examinadora: M.^a Eliedir Ribeiro da Cunha Trigueiro e Bel. Israel Rodrigues da Costa.

Ao Moinho, pela oportunidade de realizar este trabalho em suas instalações, e à Gerente de Controle de Qualidade, por todo o suporte, confiança e pela disponibilidade de recursos necessários à elaboração deste TCC. Agradeço também aos analistas de laboratório, por todo o aprendizado compartilhado durante o estágio, que foi fundamental para a realização das análises necessárias ao desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus pais, por todo o amor, apoio e incentivo incondicional ao longo dessa etapa. Por me proporcionarem a tranquilidade e as condições necessárias para que eu pudesse me dedicar a minha formação. Sou eternamente grata por todo o sacrifício e confiança.

Ao meu irmão, por toda a paciência e dedicação em me ajudar desde os tempos de escola, assumindo, muitas vezes, o papel de professor em diversos assuntos.

Ao Diego Lira, pela ajuda e colaboração nas análises estatísticas deste trabalho.

Aos amigos, Lanna Schirley, Ivila Jane, Irisdara Gomes, Moana Couto, Sanvily Braga, Soraya Ferreira, Daniel Freitas, Hillydson Levy, Israel Costa e Samara Ferreira que tornaram a graduação mais leve e que sou muito grata por ter conhecido!

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para que este trabalho se tornasse realidade, minha sincera gratidão.

RESUMO

O trigo (*Triticum aestivum L.*) é o segundo cereal mais produzido no mundo, logo atrás do milho, e desempenha um papel fundamental na alimentação da maioria dos países, sendo consumido na forma de bolos, pães, biscoitos e massas. O grão impacta na qualidade das farinhas, sofrendo a influência de uma série de fatores, como o tipo de variedade, modificações genéticas e as condições climáticas e do solo. Entretanto, a produção brasileira de trigo, localizada majoritariamente no Paraná e no Rio Grande do Sul, não atende a demanda nacional, tornando necessária a importação. Essa necessidade é acentuada na região Nordeste do país, que está distante das principais áreas de cultivo. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade do trigo nacional e importados da Argentina, Rússia e Uruguai, levando em consideração os aspectos físico-químicos e reológicos, buscando classificá-los quanto à legislação brasileira. Os grãos foram coletados nos silos de armazenamento durante o seu recebimento em uma indústria moageira localizada em Fortaleza. As amostras foram destinadas ao laboratório de controle de qualidade. Os parâmetros avaliados nos grãos foram umidade, índice de queda, glúten úmido e peso hectolítrico, seguindo a metodologia da *American Association of Cereal of Chemists*. Nas farinhas obtidas a partir da moagem dos grãos, foram analisadas a umidade, o índice de queda, o glúten úmido, a cor, o amido danificado, a alveografia e a farinografia. Os dados foram submetidos à análise estatisticamente, utilizando ANOVA e o teste Tukey ao nível de 5% de significância. Os resultados das análises indicaram que todos os grãos atenderam à Instrução Normativa SARC nº 7, de 15 de agosto de 2001 e, conforme Instrução Normativa nº 38 de 30 de novembro de 2010, a maioria dos grãos pode ser classificada como Tipo 1, com exceção do trigo russo, classificado como Tipo 2. Em relação às farinhas, todas estão em conformidade com a Instrução Normativa nº 8 de 02 de junho de 2005 em relação ao teor máximo de umidade. Segundo a Instrução Normativa nº 38 de 30 de novembro de 2010, as farinhas puderam ser classificadas como “melhoradores”. No entanto, para o uso, apenas a farinha russa foi categorizada como “doméstica” e as demais como “pão”.

Palavras-chave: *Triticum aestivum L.*; análises laboratoriais; legislação.

ABSTRACT

Wheat (*Triticum aestivum* L.) is the second most produced cereal in the world, just behind corn, and plays a fundamental role in the diet of most countries, being consumed in the form of cakes, breads, cookies and pasta. The grain impacts the quality of flours, being influenced by a series of factors, such as the type of variety, genetic modifications and climate and soil conditions. However, Brazilian wheat production, located mainly in Paraná and Rio Grande do Sul, does not meet national demand, making imports necessary. This need is accentuated in the Northeast region of the country, which is far from the main cultivation areas. Thus, the present study aimed to evaluate the quality of national wheat and wheat imported from Argentina, Russia and Uruguay, taking into account the physical-chemical and rheological aspects, seeking to classify them according to Brazilian legislation. The grains were collected in the storage silos during their reception at a milling industry located in Fortaleza. The samples were sent to the quality control laboratory. The parameters evaluated in the grains were moisture, slump index, wet gluten and hectoliter weight, following the methodology of the American Association of Cereal Chemists. In the flours obtained from the milling of the grains, the moisture, slump index, wet gluten, color, damaged starch, alveography and farinography were analyzed. The data were subjected to statistical analysis, using ANOVA and the Tukey test at a 5% significance level. The results of the analyses indicated that all grains complied with Normative Instruction SARC No. 7, of August 15, 2001 and, according to Normative Instruction No. 38 of November 30, 2010, most grains can be classified as Type 1, with the exception of Russian wheat, classified as Type 2. Regarding the flours, all are in compliance with Normative Instruction No. 8 of June 2, 2005 regarding maximum moisture content. According to Normative Instruction No. 38 of November 30, 2010, flours could be classified as “improvers”. However, for use, only Russian flour was categorized as “domestic” and the others as “bread”.

Keywords: *Triticum aestivum* L.; laboratory analyses; legislation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Estrutura básica do grão de trigo	22
Figura 2	- Moinhos em atividade no Brasil até fevereiro de 2019	23
Figura 3	- Da esquerda para direita, trigo após moagem em moinho de laboratório Perten (3310) e ML (3100)	28
Figura 4	- Aparelhagem para determinação do peso hectolítrico	29
Figura 5	- Representação da curva de alveografia, apresentando a localização dos parâmetros P, L e W no gráfico.....	32
Figura 6	- Representação da curva de farinografia	33

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Principal origem das importações de trigo para o Brasil, 2022	22
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Classes do trigo do Grupo II destinado à moagem e outras finalidades, segundo Anexo III da Instrução Normativa nº 38 de 30 de novembro de 2010	25
Tabela 2	- Tipos do trigo do Grupo II destinado à moagem e a outras finalidades, segundo Anexo VI da Instrução Normativa nº 38 de 30 de novembro de 2010	25
Tabela 3	- Limites de tolerância para a Farinha de Trigo	26
Tabela 4	- Peso hectolítrico, umidade, <i>falling number</i> e glúten úmido de amostras de grãos de trigo de origem nacional e importados	35
Tabela 5	- Umidade, <i>falling number</i> , glúten úmido e amido danificado de amostras de farinha de trigo de origem nacional e importados	38
Tabela 6	- Cor da farinha de trigo de origem nacional e importados determinada pelo sistema CIEL* a* b*, através dos parâmetros luminosidade (L*) e coordenadas de cromaticidade (a* e b*)	41
Tabela 7	- Resultados da análise de Alveografia das amostras de farinha de trigo de origem nacional e importados	43
Tabela 8	- Resultados da análise de Farinografia das amostras de farinha de trigo de origem nacional e importados	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AACC	<i>American Association of Cereal Chemist</i>
ANOVA	Análise de Variância
ABITRIGO	Associação Brasileira da Indústria do Trigo
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EUA	Estados Unidos da América
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
FN	<i>Falling Number</i>
g	grama (s)
ha	Hectare
ICC	<i>International Association for Cereal Science and Technology</i>
IN	Instrução Normativa
ITM	Índice de Tolerância à Mistura
L	Extensibilidade
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MERCOSUL	Mercado Comum do Sul
min	minuto (s)
mm	milímetro (s)
MT	milhões de toneladas
NBR	Norma Brasileira Regulamentar
P	Tenacidade
PH	Peso Hectolítrico
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
RPM	Rotações Por Minuto
SARC	Secretaria de Apoio Rural e Cooperativismo
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
seg	segundo (s)
UE	União Europeia
UF	Unidades Farinográficas

USDA

United States Department of Agriculture

W

Força de glúten

LISTA DE SÍMBOLOS

% Porcentagem

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	OBJETIVOS	19
2.1	Objetivo geral	19
2.2	Objetivos específicos	19
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
3.1	Trigo	20
3.1.1	<i>Histórico e importância</i>	20
3.1.2	<i>Composição e estrutura do grão</i>	21
3.1.3	<i>Aspectos econômicos do trigo</i>	22
3.1.4	<i>Melhoramento genético</i>	23
3.1.5	<i>Qualidade do trigo</i>	24
3.2	Farinha de trigo	26
4	MATERIAIS E MÉTODOS	28
4.1	Obtenção das amostras	28
4.1.1	<i>Grãos de trigo</i>	28
4.1.2	<i>Farinha de trigo</i>	28
4.2	Caracterização do grão	29
4.2.1	<i>Peso Hectolétrico</i>	29
4.2.2	<i>Umidade</i>	30
4.2.3	<i>Glúten Úmido</i>	30
4.2.4	<i>Falling Number ou Índice de Queda</i>	30
4.3	Caracterização da farinha	30
4.3.1	<i>Umidade</i>	30
4.3.2	<i>Glúten Úmido</i>	31
4.3.3	<i>Falling Number ou Índice de Queda</i>	31
4.3.4	<i>Análise de Cor</i>	31
4.3.5	<i>Amido Danificado</i>	31
4.3.6	<i>Alveografia</i>	32
4.3.7	<i>Farinografia</i>	32
4.4	Análise Estatística	34
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35

5.1	Parâmetros físico-químicos do grão	35
5.1.1	<i>Peso Hectolétrico</i>	35
5.1.2	<i>Umidade</i>	36
5.1.3	<i>Falling Number ou Índice de Queda</i>	37
5.1.4	<i>Glúten Úmido</i>	37
5.2	Parâmetros físico-químicos da farinha	37
5.2.1	<i>Umidade</i>	38
5.2.2	<i>Falling Number ou Índice de Queda</i>	39
5.2.3	<i>Glúten Úmido</i>	39
5.2.4	<i>Amido Danificado</i>	40
5.2.5	<i>Cor instrumental das farinhas</i>	41
5.3	Parâmetros reológicos da farinha	42
5.3.1	<i>Alveografia</i>	42
5.3.2	<i>Farinografia</i>	44
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
	REFERÊNCIAS	49

1 INTRODUÇÃO

O trigo (*Triticum aestivum L*) se destaca como o segundo cereal mais produzido no mundo, logo atrás do milho, e desempenha um papel fundamental na alimentação da maioria dos países, pois sua cultura é de fácil manejo e oferece uma variedade de nutrientes essenciais, como carboidratos, proteínas, gorduras, fibras, cálcio, ferro e ácido fólico (ABITRIGO, 2023; USDA, 2020).

Esse grão está associado a diversas cadeias de abastecimento, sendo processado em moinhos para produção de farinha, de farelo e de gérmen, que servem como matéria-prima para variados produtos. A farinha é utilizada na elaboração de pães, bolos, massas, biscoitos, formulações industriais, além de ser empregada na fabricação de cola. Já o farelo é uma fonte importante de fibras e nutrientes, sendo usado como suplemento vitamínico em rações para animais. O gérmen de trigo, por sua vez, também é empregado nas indústrias de rações, como complemento dietético, e farmacêutica, onde é extraído óleo e vitaminas (Guarienti, 1996).

A qualidade dos produtos alimentícios depende diretamente da matéria-prima utilizada em sua produção, tornando inviável alcançar um alto padrão com insumos de baixa qualidade. Dessa forma, o trigo desempenha um papel fundamental na qualidade das farinhas, sendo influenciado por uma série de fatores, como a diversidade de variedades, modificações genéticas e as condições climáticas e do solo das diferentes regiões. A qualidade da matéria-prima é determinada por diversos aspectos, incluindo sua sanidade, valor nutritivo, características organolépticas, estado de conservação, uniformidade de apresentação e adequação ao processamento industrial a que se destina (Guarienti, 1996; Zardo, 2010).

De acordo com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), a estimativa de área plantada de trigo no mundo, referente à safra 2023/24, é de 223 milhões de ha, apresentando um acréscimo de 1,09%, em comparação com a safra passada (2022/2023). Entre os três maiores produtores estão China (137 MT), UE (134,3 MT) e Índia (110,5 MT), estando o Brasil em 15ª posição com previsão estimada de 8,4 MT de trigo na safra 2023/24. No que se refere às importações, os dez maiores importadores correspondem a 41,12% de todas as compras mundiais, sendo liderado pela China (que deverá importar 12 MT), seguido pelo Egito (11 MT) e Indonésia (10,5 MT). O Brasil segue na 10ª posição com aumento da expectativa de importação de 5,6 para 6 MT em 2024, devido às condições climáticas enfrentadas pelo Rio Grande do Sul (CONAB, 2024).

Embora o Brasil seja um grande produtor de grãos, ele recorre às importações para atender a demanda do mercado interno. Cerca de 50% do trigo usado na indústria moageira é

de origem nacional, com o Paraná respondendo por 33% dessa produção. Os outros 50% do trigo são importados, sendo a Argentina a principal fornecedora, representando 35% do total (ABITRIGO, 2023). Dentre o volume de importação, a Argentina lidera com 78% de todo o trigo importado pelo país, seguida pelos Estados Unidos, Paraguai, Rússia, Uruguai e Canadá (USDA, 2023). Até fevereiro de 2019, o Brasil contava com 165 moinhos em operação responsáveis pela distribuição de toda a farinha de trigo comercializada no país, dos quais 74% estavam situados na região Sul do país e 6% no Nordeste (ABITRIGO, 2022).

Dessa forma, como o Brasil não é autossuficiente na produção de trigo e depende da importação de grãos para suprir suas necessidades, está sujeito a mais variações na qualidade panificável das farinhas. Além disso, essas variações nas farinhas comercializadas devem estar em conformidade com a legislação brasileira.

Com base na expressiva quantidade de grãos de trigo importados pelo Brasil destinados à produção de farinha de trigo e seu subsequente uso na indústria alimentícia nacional, além de levar em consideração que a qualidade da matéria-prima influencia diretamente as características finais da farinha. O objetivo do presente estudo foi avaliar a qualidade tecnológica dos grãos e farinhas de trigo (*Triticum aestivum L.*) de origem nacional (Rio Grande do Sul) e importada (Argentina, Rússia e Uruguai), levando em consideração os aspectos físico-químicos e reológicos, buscando classificá-los quanto à legislação brasileira.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a qualidade dos grãos e das farinhas de trigo (*Triticum aestivum L*) destinados à panificação, provenientes de quatro localidades distintas, sendo um nacional e três importados, por meio da avaliação de aspectos físico-químicos e reológicos.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar as características físico-químicas dos grãos de trigo provenientes do Rio Grande do Sul, Argentina, Rússia e Uruguai por meio de análises de umidade, glúten úmido, *falling number* e peso hectolítrico;
- Caracterizar as propriedades físico-químicas de umidade, *falling number*, cor, glúten úmido e amido danificado das farinhas de trigo obtidas dos trigos em estudo;
- Analisar as propriedades reológicas das farinhas obtidas dos trigos por meio da alveografia e farinografia;
- Comparar os resultados obtidos com os parâmetros estabelecidos pela legislação vigente para trigo e farinha de trigo, e com os dados obtidos na literatura.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Trigo

3.1.1 Histórico e importância

O trigo é uma gramínea do gênero *Triticum*, originária do sudoeste da Ásia, e abrange diversas subespécies do cereal. *Triticum aestivum*, conhecido como trigo comum, é a espécie mais amplamente cultivada no mundo, sendo responsável por mais de 80% da produção global. Este grão começou a ser cultivado há cerca de 10 mil anos na Mesopotâmia e esteve ligado ao desenvolvimento das civilizações, continuando presente ao longo da história da humanidade (ABITRIGO, 2023). Na América, o trigo foi trazido pelos descobridores em suas caravelas, e passou a ser cultivado no México e em estados do sul dos Estados Unidos (Carvalho, 1999).

No Brasil, as primeiras sementes foram introduzidas por Martim Afonso em 1534, na capitania de São Vicente. As condições climáticas quentes representaram um desafio para a sua expansão de cultivo. Foi somente na segunda metade do século XVIII que a cultura começou a se desenvolver na região do Rio Grande do Sul, porém, no início do século XIX, uma epidemia de ferrugem dizimou as plantações. O plantio só foi retomado nas décadas de 1920 e, a partir dos anos 1940, as áreas de cultivo começaram a se expandir significativamente no Rio Grande do Sul e no Paraná (ABITRIGO, 2023).

O trigo é um dos cereais mais amplamente consumidos pelo ser humano, sendo proveniente de fontes nacionais ou importadas (Brandão, 2011). Sua importância ocorre, principalmente, pelo fato de ser o único cereal capaz de originar farinhas com capacidade de formar massas coesas, consistentes, elásticas e extensíveis. Isto acontece porque apenas o trigo apresenta quantidade e qualidade adequadas das proteínas insolúveis gliadina e glutenina, que são capazes de formar a rede proteica, denominada glúten, obtendo massas elástico-extensíveis (Zardo, 2010).

Além da nutrição da população, também desempenha um papel fundamental na alimentação dos animais ao aproveitar grãos impróprios para o consumo humano e subprodutos para a produção de ração (Zardo, 2010). O farelo de trigo apresenta um excelente teor energético e proteico e pode ser usado em rações para diversos tipos de animais, como bovinos, equinos, aves, caprinos e ovinos. Já o farelo de trigo remoído pode ser utilizado nas rações para suínos (Bertol *et al.*, 2019).

O trigo é um cereal essencial para aproximadamente 35% da população mundial. Como uma fonte significativa de carboidratos e proteínas, desempenha um papel importante no suprimento das necessidades energéticas e nutricionais (Zhang, 2021). Além disso, por não haver um substituto direto que forneça todos os nutrientes essenciais, o trigo ocupa uma posição fundamental na segurança alimentar, sendo considerado o mais nobre entre os cereais (FAO, 2016)

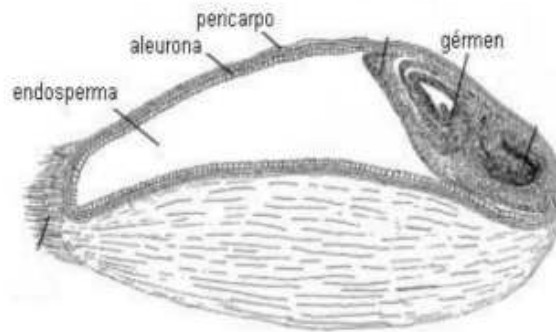
3.1.2 Composição e estrutura do grão

É considerado uma das principais fontes de energia, contribuindo para a prevenção de doenças ao fornecer vitaminas, nutrientes e minerais essenciais para o bom funcionamento do organismo (ABITRIGO, 2023). Este grão é composto principalmente por carboidratos (68%) e contém quantidades significativas de outros nutrientes, como proteínas (15%), fibras (2%), lipídeos (2%), vitaminas e minerais (Mori *et al.*, 2016). Além disso, por ser um alimento acessível e amplamente utilizado na produção de diversas massas consumidas no dia a dia da população, no Brasil, desde 2004, as indústrias são obrigadas por lei a enriquecer a farinha de trigo com ferro e ácido fólico, visando combater a anemia (RDC 344/2002).

As proteínas presentes nos grãos são divididas em dois grupos com base em sua solubilidade. As solúveis, albuminas e globulinas, que correspondem a 15% das proteínas totais, e as insolúveis, gliadinas e gluteninas, que compõem os 85% restantes das proteínas de armazenamento do grão (Tatham; Shewry, 2012). Esta última é responsável pela propriedade de elasticidade do glúten, enquanto as gliadinas contribuem para sua característica de viscosidade, possivelmente devido à formação de microfibrilas (Caldeira *et al.*, 2000).

O grão de trigo exibe variações em sua cor e tamanho, mas geralmente possui uma forma oval com bordas arredondadas. Histologicamente, é composto principalmente por três partes distintas (Figura 1). O gérmen, que representa cerca de 3% do peso do grão e abriga o embrião, é rico em nutrientes, como proteínas, lipídeos e açúcares. A casca, ou farelo, compreende entre 13% a 16% do peso total, é formada por seis camadas que recobrem toda a semente, protegendo-a contra insetos, roedores e microorganismos. Já o endosperma, responsável por 80% a 85% do grão, é composto principalmente por amido, encontrado em duas formas: a amilose, de estrutura linear, e a amilopectina, com molécula ramificada. O endosperma serve como reserva energética para o embrião. Essa distribuição desigual dos componentes no grão de trigo resulta em características e propriedades variadas nos produtos derivados, especialmente na farinha (Gwirtz *et al.*, 2014; Takeiti, 2021).

Figura 1 - Estrutura básica do grão de trigo



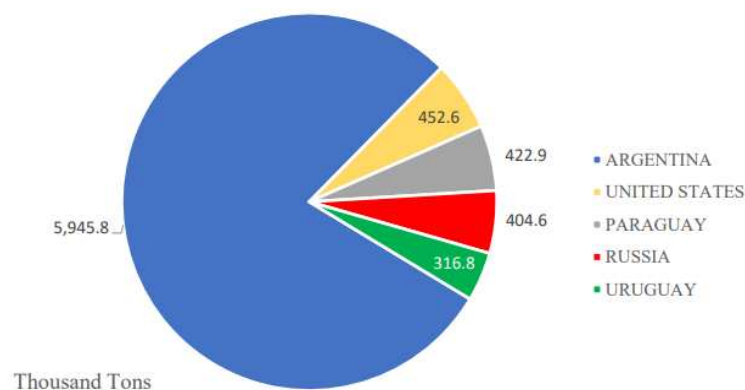
Fonte: Franceschina, 2013.

3.1.3 Aspectos econômicos do trigo

O trigo ocupa a segunda posição entre os grãos mais consumidos pela humanidade, compreendendo cerca de 30% da produção mundial de grãos. No ano de 2022, o Brasil colheu sua safra recorde, atingindo a marca de 9,5 MT de grãos (Antunes, 2022). O Mercado Comum do Sul (Mercosul), composto por Argentina, Brasil, Uruguai e Paraguai, contribui com 3,5% da produção mundial de trigo. Embora esse percentual possa parecer modesto, Argentina e Brasil destacam-se entre os maiores produtores e consumidores globais do grão, respectivamente (Souza, 2020).

No Brasil, cerca de 50% do trigo usado na indústria é de origem nacional, com o Paraná respondendo por 33% (ABITRIGO, 2023). Dentre o volume de importação, a Argentina lidera com 78% de todo o trigo importado pelo país, seguida pelos EUA, Paraguai, Rússia, Uruguai e Canadá (Gráfico 1) (USDA, 2023).

Gráfico 1 - Principal origem das importações de trigo para o Brasil, 2022



Fonte: USDA, 2023

A maior parte da produção nacional deste grão se concentra nos estados do Paraná e Rio Grande do Sul, que respondem por mais de 8 MT colhidas, cerca de 86% da produção do país (CONAB, 2023). Até fevereiro de 2019, o Brasil contava com 165 moinhos operando, responsáveis pela distribuição de toda a farinha comercializada no país. Desses, 74% estavam localizados na região Sul, enquanto 6% estavam no Nordeste (Figura 2) (ABITRIGO, 2023).

Figura 2 - Moinhos em atividade no Brasil até fevereiro de 2019.



Fonte: ABITRIGO, 2023.

3.1.4 Melhoramento genético

O melhoramento de trigo no Brasil teve início em 1919 quando o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) criou as estações experimentais em Alfredo Chaves (atualmente Veranópolis, RS) e Ponta Grossa, PR. Desde então, começaram a ser apresentadas as primeiras cultivares de trigo resultantes da seleção de plantas a partir do germoplasma (Sousa *et al.*, 1998).

Anualmente, novas cultivares são introduzidas no mercado, enquanto as mais antigas são descontinuadas. Essa troca é motivada pela busca dos agricultores por características, como produtividade e segurança, pela evolução nas técnicas de manejo agrícola e pelos padrões de qualidade exigidos pelos moinhos, indústrias e consumidores. O desenvolvimento de novas cultivares é realizado por meio do melhoramento genético, que envolve o cruzamento artificial de dois genótipos de trigo (ABITRIGO, 2022).

As características desejadas por essa técnica podem variar de acordo com a instituição responsável e a região de cultivo, mas, geralmente, incluem o incremento no rendimento do grão, a estabilidade e qualidade das cultivares, além da resistência ou tolerância a fatores de estresse (Mori *et al.*, 2016). Devido aos avanços da pesquisa, a produtividade média do cultivo aumentou em cinco vezes nas lavouras brasileiras. Isso foi possível devido ao desenvolvimento de cultivares com ampla adaptação, rendimento e resistência a doenças, permitindo a consolidação e expansão dos cultivos de cereais de inverno no país (Antunes, 2023).

3.1.5 Qualidade do trigo

A qualidade do trigo pode ter diferentes interpretações, dependendo do setor dentro da cadeia de produção. Para os produtores, frequentemente se relaciona com características agronômicas, como resistência a pragas e ao alto rendimento de grãos. Para os moageiros, a se traduz na alta produtividade de farinha branca por tonelada de grão e na conformidade com as especificações exigidas por seus clientes, que são as indústrias de processamento de alimentos, como pães, bolos, biscoitos e massas (Mori *et al.*, 2016). Para os padeiros, deve ter uma alta capacidade de absorção de água, tolerância ao amassamento, glúten de força média a forte e conter uma elevada porcentagem de proteína, pois são fatores determinantes na produção de pães com boas características. Para o consumidor, a farinha deve produzir pães volumosos, com texturas internas e externas apropriadas, boa cor e alto valor nutritivo (Guarienti, 1996).

Pode ser considerado trigo de qualidade aquele que satisfaz os requisitos físicos, químicos e reológicos necessários para a produção de produtos finais que atendam às expectativas dos consumidores, com máximo de rendimento e menor custo, além de ser seguro, sendo livre de contaminantes (Mori *et al.*, 2016).

A qualidade industrial do trigo, que pode ser classificada como baixa, média ou alta, é influenciada por diversos fatores ao longo do processo de moagem e processamento. Este inclui a escolha dos equipamentos industriais, os métodos de produção adotados, os tipos de produtos finais desejados e o tempo de prateleira (Guarienti, 1996).

O trigo, assim como outros cereais e produtos alimentícios, está sujeito a normas de classificação que variam de acordo com cada país, sob a responsabilidade de órgãos ou departamentos específicos. No Brasil, o MAPA estabelece os parâmetros, conforme a IN nº 38/2010. Diversas características do grão e da farinha são avaliadas para classificá-los em

classes e tipos, sendo essas avaliações fundamentais para determinar a qualidade e a adequação dos produtos para diferentes usos industriais (Tabela 1 e 2).

Tabela 1 - Classes do trigo do Grupo II destinado à moagem e outras finalidades, segundo Anexo III da Instrução Normativa nº 38 de 30 de novembro de 2010.

Classes	Força do Glúten (Valor mínimo expresso em 10 ⁴ J)	Estabilidade (tempo expresso em minutos)	Número de queda (Valor mínimo expresso em segundos)
Melhorador	300	14	250
Pão	220	10	220
Doméstico	160	6	220
Básico	100	3	200
Outros Usos	Qualquer	Qualquer	Qualquer

Fonte: Brasil (2010)

Tabela 2 - Tipos do trigo do Grupo II destinado à moagem e a outras finalidades, segundo Anexo VI da Instrução Normativa nº 38 de 30 de novembro de 2010 .

Tipos	Peso do Hectolitro (Valor mínimo)	Matérias Estranhas e Impurezas (% máximo)	Defeitos (% máximo)			Total de Defeitos (% máximo)
			Danificados por Insetos	Danificados pelo Calor, Mofados e Ardidos	Chochos, Triguilhos e Quebrados	
1	78	1,00	0,50	0,50	1,50	2,00
2	75	1,50	1,00	1,00	2,50	3,50
3	72	2,00	2,00	2,00	5,00	7,00
Fora de tipo	Menor que 72	Maior que 2,00	Maior que 2,00	10,00	Maior que 5,00	Maior que 7,00

Fonte: Brasil (2010).

O trigo também pode ser categorizado como mole ou duro, em função do baixo ou alto teor proteico, respectivamente. O mole é preferencialmente usado para a preparação de biscoitos e bolos, enquanto o duro é geralmente utilizado na produção de pães e massas de alta qualidade (Scheuer *et al.*, 2011).

3.2 Farinha de trigo

As definições de farinha de trigo e farinha de trigo integral podem são dadas de acordo com a IN n° 8 do MAPA, de 02 de junho de 2005:

Farinha de Trigo: produto elaborado com grãos de trigo (*Triticum aestivum L.*) ou outras espécies de trigo do gênero *Triticum*, ou combinações por meio de trituração ou moagem e outras tecnologias ou processos.

Farinha de Trigo Integral: produto resultante da trituração ou moagem de trigo (*Triticum aestivum L.*) ou outras espécies de trigo do gênero *Triticum*, onde os componentes anatômicos - endosperma amiláceo, farelo e gérmen - estão presentes na proporção típica que ocorre no grão intacto, sendo permitidas perdas de até 2% do grão ou 10% do farelo.

Esta IN tem como objetivo definir as características de identidade e qualidade da Farinha de Trigo, apresentando os limites de tolerância para ser classificada em Tipo 1, Tipo 2 ou Integral, conforme Tabela 3 abaixo.

Tabela 3 - Limites de tolerância para a Farinha de Trigo.

Tipos	Teor de Cinzas* (máximo)	Granulometria	Teor de Proteína* (mínimo)	Acidez Graxa (mg de KOH/100g do produto) (máximo)	Umidade (máximo)
Tipo 1	0,8%	95% do produto deve passar pela peneira com abertura de malha de 250 µm.	7,5%	100	15,0%
Tipo 2	1,4%		8,0%		
Integral	2,5%	-	8,0%		

*Os teores de cinzas e de proteína deverão ser expressos em base seca.

Fonte: Brasil (2005).

A fabricação de farinha de trigo é um processo relativamente simples, porém meticuloso, uma vez que o resultado final pode ser afetado significativamente pelas variações nas propriedades do grão utilizado e ajustes nos parâmetros de moagem. Assim, o principal desafio enfrentado pela indústria é manter os padrões de qualidade da farinha, como sua coloração, quantidade e qualidade das proteínas responsáveis pela formação de glúten, conteúdo inorgânico, atividade enzimática e nível de umidade, a cada nova safra de trigo (Ortolan, 2006).

Muitas atividades industriais requerem a intervenção humana nas etapas de tomada de decisão, incluindo a classificação da farinha de trigo. Dependendo de suas propriedades

físico-químicas, esta pode ser utilizada na indústria alimentícia na produção de biscoitos ou de massas. Suas características variam para atender às necessidades específicas de cada um desses produtos (Nitzke; Thys, 2010).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Controle de Qualidade de um moinho de trigo localizado na cidade de Fortaleza - CE. Foram coletadas as amostras de grãos de trigo provenientes de quatro navios, sendo um do Rio Grande do Sul e os demais carregados com trigo importado da Argentina, da Rússia e do Uruguai.

4.1 Obtenção das amostras

4.1.1 Grãos de trigo

O trigo recebido passou por uma pré-limpeza, para a remoção de impurezas grossas, e foi destinado ao silo de armazenamento. As amostras foram coletadas em diferentes pontos dos silos, sendo acondicionadas em sacos plásticos transparentes, devidamente identificados com data e horário da coleta, silo de origem e nome do navio, e encaminhadas ao laboratório de controle de qualidade. Para a análise de umidade, os grãos foram previamente triturados em um moinho de laboratório Perten (modelo 3310). Já para as análises de *falling number* e de glúten úmido, passaram por uma limpeza no separador de impurezas “*dockage*” (modelo XTE), seguida da trituração em um moinho martelo ML (modelo 3100) para obtenção de uma amostra com menor granulometria, como indicado na Figura 3.

Figura 3 - Da esquerda para direita, trigo após moagem em moinho de laboratório Perten (3310) e ML (3100).



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

4.1.2 Farinha de trigo

Para que ocorra a moagem dos grãos, o trigo é transferido para silos de descanso, onde são umedecidos e acondicionados por algumas horas, para que assim possam ser processados no moinho industrial. As amostras de farinha foram coletadas na indústria, armazenadas em

sacos plásticos transparentes devidamente identificados com a designação, data e horário da coleta, e encaminhadas ao laboratório de controle de qualidade. Lá, foram deixadas em repouso na bancada por cerca de dez horas para esfriar antes do início das análises.

4.2 Caracterização do grão

4.2.1 *Peso Hectolítrico*

O PH dos grãos foi determinado pelo método extraído da IN n°. 7, de 15 de Agosto de 2001. Representa a massa de 100 litros de grãos, expressa em quilogramas, ou seja, é um indicador da densidade. É determinado em aparelhagem específica composta pela parte superior (cone cilíndrico com base de sustentação, e abertura para encaixe de uma lâmina) e inferior (cilindro com capacidade de um litro), como indicado na Figura 4. É uma medida convencional de comércio adotada em diversos países e indica, de forma indireta, características de qualidade dos grãos (Guarienti, 1996). O resultado foi expresso em kg.hl^{-1} .

Figura 4 - Aparelhagem para determinação do peso hectolítrico.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

4.2.2 Umidade

O teor de umidade do grão foi determinado pela perda do peso inicial da amostra (5 g do grão triturado), em termobalança (modelo HB43-S, Mettler Toledo), conforme método AACC 44-15.02 (AACC International, 2010). O resultado foi expresso em porcentagem.

4.2.3 Glúten Úmido

O teor de glúten úmido foi determinado pelo método N° 38-12.02 da AACC (2010) e ICC N°. 155 (1994) em equipamento Sistema Glutomatic (modelo 2200, Perten Instruments, EUA). Esse método se baseia na insolubilidade das proteínas constituintes do glúten em solução salina. Para isso, 10 g de trigo moído foram lavados com uma solução de cloreto de sódio a 2%. O glúten obtido foi então centrifugado em uma peneira por 1 minuto a uma velocidade de 6000 RPM para remover a água residual seguida de pesagem. O resultado foi expresso em porcentagem de glúten úmido.

4.2.4 *Falling Number* ou Índice de Queda

O índice de queda, também conhecido como *Falling Number*, foi obtido conforme método AACC N° 56-81.03 (AACC International, 1999) e ICC N°. 170/01 (1995) em Sistema *Falling Number* (modelo FN 1900, Perten, Instruments, EUA). Trata-se de uma análise de viscosidade que avalia a capacidade da enzima alfa-amilase de liquefazer uma suspensão de gel de amido. Para isso, foi avaliado o tempo necessário para que uma haste metálica, chamada de agitador viscosimétrico, leva para percorrer o gel a uma distância fixa e a uma temperatura de 100 °C. Esse tempo é inversamente proporcional à atividade da enzima alfa-amilase. O resultado foi expresso em segundos.

4.3 Caracterização da farinha

4.3.1 Umidade

O teor de umidade da farinha foi determinado em termobalança (modelo HB43-S, Mettler Toledo), conforme método AACC 44-15.02 (AACC International, 1999). O resultado foi expresso em porcentagem.

4.3.2 Glúten Úmido

O teor de glúten úmido foi determinado pelo método N° 38-12.02 da AACC (2000) e ICC N° 155 (1994) em equipamento Sistema Glutomatic (modelo 2200, Perten Instruments, EUA). O resultado foi expresso em porcentagem de glúten úmido.

4.3.3 Falling Number ou Índice de Queda

O índice de queda foi obtido conforme método AACC N° 56-81.03 (AACC International, 1999) e ICC N° 170/01 (1995) em Sistema *Falling Number* (modelo FN 1900, Perten, Instruments, EUA). O resultado foi expresso em segundos.

4.3.4 Análise de Cor

O perfil colorimétrico tem como objetivo traduzir a cor da amostra em termos numéricos expressos em CIELAB - sistema de cor. Foi utilizado o colorímetro Konica Minolta (modelo CR-410) para realizar a medição da cor por reflectância, onde os parâmetros avaliados foram a luminosidade (L^*), que varia do branco ao preto, e as coordenadas de cromaticidade a^* , que indica coloração do verde (-a) ao vermelho (+a), e b^* , do amarelo (-b) ao azul (+b).

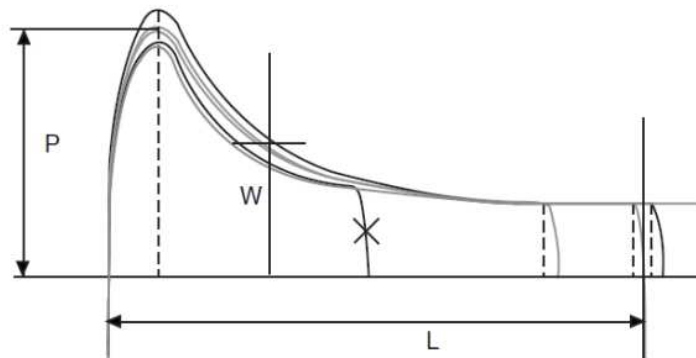
4.3.5 Amido Danificado

O teor de amido danificado foi determinado seguindo os métodos N° 76-33.01 da AACC (2007) e ICC N° 172 (2011) em um equipamento SDMatic (Chopin, França). Este aparelho utiliza um método amperométrico para quantificar o percentual de dano físico causado aos grânulos de amido durante a moagem, considerando que a capacidade de uma farinha de absorver iodo é proporcional ao dano do amido. O amido danificado é um parâmetro importante da qualidade da farinha, pois afeta a sua capacidade de absorção de água e, conseqüentemente, a mistura da massa e outras propriedades de processamento. O resultado foi expresso em porcentagem.

4.3.6 Alveografia

A Alveografia foi realizada no alveógrafo (modelo NG, Chopin, França), de acordo com o método N° 54-30.02 da AACC (1999). Determinou-se as propriedades reológicas da farinha de trigo, como tenacidade (resistência), força e extensibilidade. Para isso, uma massa foi preparada com 250 g de farinha e um volume variável de solução salina a 2,5%, que é baseado na umidade inicial da farinha, mediante condições padronizadas. A massa, após formada, foi extrusada, laminada e cortada em forma de discos que foram insuflados sob uma pressão de ar constante para a formação de uma bolha até sua extensão total e consequente ruptura. Esse momento é registrado graficamente por meio de cinco curvas, onde é possível calcular os resultados com base na relação entre o valor de P (tenacidade) e o valor de L (extensibilidade). A pressão dentro da bolha é registrada por uma curva que representa os valores de P, L, W (força de glúten) e a relação entre P/L. A Figura 5 apresenta uma representação da curva de alveografia.

Figura 5 - Representação da curva de alveografia, apresentando a localização dos parâmetros P, L e W no gráfico.



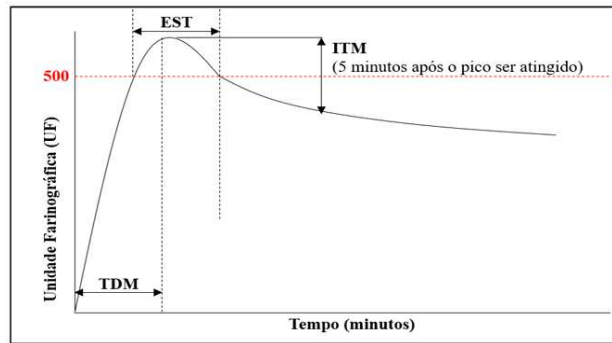
Onde: tenacidade (P), extensibilidade (L) e força de glúten (W).

Fonte: Adaptado de Chopin, 2006.

4.3.7 Farinografia

A farinografia foi conduzida no farinógrafo da marca *Brabender* (modelo 816102.001, Alemanha), conforme o método N° 54-21.02 da AACC (2011). Avaliou-se a resistência de uma massa submetida a uma mistura constante, gerando um gráfico que fornece parâmetros como a absorção de água, estabilidade, tempo de desenvolvimento da massa e índice de tolerância à mistura.

Figura 6 - Representação da curva de farinografia.



Onde: EST (estabilidade), ITM (índice de tolerância à mistura) e TDM (tempo de desenvolvimento da massa).

Fonte: Paixão, 2022.

4.4 Análise Estatística

O tratamento dos dados foi realizado por meio do *software* R (R Core Team, 2016). Foi utilizado o ANOVA para verificar se houve diferenças significativas entre as médias dos grupos. Posteriormente, foram comparados pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância ($p < 0,05$), que tem como objetivo identificar especificamente quais grupos diferem entre si.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Parâmetros físico-químicos do grão

A Tabela 4 apresenta os resultados das análises de peso hectolítrico, umidade, *falling number* e glúten úmido das amostras de grãos de trigo nacional, argentino, russo e uruguaio.

Tabela 4 - Peso hectolítrico, umidade, *falling number* e glúten úmido de amostras de grãos de trigo de origem nacional e importados.

Tratamentos	Amostras			
	Nacional	Argentino	Russo	Uruguaio
PH (kg.hl ⁻¹)	78,2 ± 0,84 ^b	78,0 ± 0,55 ^b	76,3 ± 1,13 ^c	79,3 ± 0,56 ^a
Umidade (%)	11,6 ± 0,19 ^a	11,5 ± 0,17 ^a	11,3 ± 0,19 ^b	11,1 ± 0,17 ^c
FN (seg.)	379 ± 7,54 ^a	364 ± 6,69 ^b	297 ± 4,81 ^d	353 ± 10,65 ^c
Glúten úmido (%)	23,8 ± 0,48 ^c	26,0 ± 0,45 ^b	26,2 ± 0,38 ^a	22,6 ± 0,33 ^d

* Valores médios seguidos do seu desvio padrão. Letras iguais na mesma linha não diferem entre si ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey. PH = Peso Hectolítrico; FN = *Falling Number*.

Fonte: elaborado pelo autor.

5.1.1 Peso Hectolítrico

O PH é um parâmetro simples e importante amplamente utilizado na classificação da qualidade física dos grãos de trigo, exercendo influência sobre o processo de moagem (Donnelly; Ponte, 2000). A forma, a textura, o tamanho, o peso e a uniformidade, como também a presença de palha, de terra e outras impurezas e matérias estranhas, são fatores intrínsecos e extrínsecos, respectivamente, que exercem influência no peso do hectolitro. Por meio deste parâmetro, é possível indicar indiretamente se o grão foi bem preenchido e até o grau de infestação (ataque de pragas) do produto (Guarienti, 1996; Vázquez, 2009).

O PH também é usado como critério de comercialização e é considerado um indicador de qualidade pelas indústrias de moagem, sendo que, quanto maior o peso do hectolitro, maior a aceitação do trigo, uma vez que está associado a uma medida indicativa do rendimento dos grãos em farinha ou sêmola. Entretanto, esse parâmetro não está sempre diretamente relacionado ao rendimento de extração da farinha ou melhor qualidade (Oliveira, 2012; Oro, 2013).

Para Guarienti (1996), um trigo pode ser considerado como muito pesado quando apresenta valores de peso por hectolitro entre 80 a 83 kg/hl, enquanto é considerado pesado quando os valores estão entre 76 e 79 kg/hl. De acordo com a norma de identidade e qualidade do trigo, o PH é utilizado para a tipificação do trigo, necessitando de no mínimo 78 kg/hl para ser classificado como Tipo 1 (Tabela 2). Dessa forma, dos grãos de trigo analisados, apenas o importado da Rússia (76,3 kg/hl) apresentou PH abaixo de 78 kg/hl, enquadrando-se como tipo 2, com base apenas neste parâmetro. Os demais grãos foram classificados como tipo 1, sem nenhuma amostra nos tipos 3 ou fora de tipo.

Resultados similares foram obtidos por Silva (2012) que avaliou trigo proveniente da Argentina das regiões de Necochea e Up-River e encontrou valores de PH entre 76,55 kg/hl a 78,80 kg/hl. Já Poletto (2015) estudou sete cultivares em três locais distintos do estado do Paraná, obtendo resultados que variaram de 75,3 kg/hl a 83,3 kg/hl, sendo as condições climáticas, o ataque por pragas e as características genéticas as principais justificativas para essa variação. Por sua vez, em uma pesquisa realizada por Costa (2003), que comparou trigo proveniente de seis cidades paranaenses, observou uma faixa de variação de PH entre 77,9 kg/hl a 80,1 kg/hl.

5.1.2 Umidade

Os teores de umidade das amostras importadas e nacional variaram de 11,1% a 11,6%, situando-se abaixo do limite previsto de 13,00% pela legislação brasileira para grãos de trigo, sendo recomendado tecnicamente para assegurar a conservação durante o armazenamento (Brasil, 2010). Esses resultados mostraram que as amostras do Brasil e da Argentina têm níveis de umidade semelhantes, enquanto as da Rússia e do Uruguai diferem significativamente. Os teores de umidade encontrados situam-se abaixo dos registrados por Costa (2003), que observou valores entre 12,3% e 12,9% para trigos paranaenses e de 12,0% a 12,2% para trigos argentinos. Na Argentina, os grãos das regiões de Necochea e Up-River apresentaram umidade entre 11,4% e 12,3%, segundo o estudo de Silva (2012). Valores superiores também foram relatados por Broca (2021), que analisou trigos das safras de 2014 a 2018 dos estados do Paraná e Rio Grande do Sul, com umidade variando entre 11,60% e 13,80%.

5.1.3 *Falling Number ou Índice de Queda*

Foram encontrados os valores médios de FN na faixa de 297 a 379 seg para os grãos de trigo de origem russa e nacional, respectivamente. Assim, todas as amostras estudadas revelaram um FN considerado elevado, acima de 250 seg, o que indica potencial para resultarem em farinhas classificadas como melhoradores, segundo a IN n° 38/10 (Tabela 1). Silva (2012) e Costa (2003) também obtiveram elevados valores para FN que variaram de 357 a 489 seg e 341 a 352 seg, para trigos argentinos, respectivamente. Os trigos paranaenses, estudados por Costa (2003), apresentaram índice de queda na faixa de 64 a 223 seg. Resultados esses indicam alta atividade enzimática da alfa- e beta-amilases, podendo ser consequência do início da germinação do grão (Lorenz; Wolt, 1981).

5.1.4 *Glúten Úmido*

Os grãos de trigo nacional e uruguaio apresentaram os menores teores de glúten úmido, com 23,8% e 22,6%, respectivamente, havendo diferença estatística entre todas as amostras analisadas (Tabela 4). Por outro lado, Costa (2003) registrou, para trigo nacional paranaense, uma porcentagem bastante elevada de glúten úmido nas seis amostras avaliadas, variando de 27% a 34%. Já o trigo argentino, proveniente da região de Necochea, analisado por Silva (2012), se revelou na faixa de 25,4% a 26,6%, o que corrobora com os resultados encontrados no presente estudo.

Em relação à legislação, não há classificação dos grãos tendo como parâmetro o teor de glúten. Porém, os trigos que possuem elevado teor têm tendência a produzir farinhas ditas como fortes. Em contrapartida, os que apresentam baixos valores de glúten úmido tendem a resultar em farinhas consideradas fracas, as quais podem apresentar baixa elasticidade e teor proteico, sendo mais empregadas na fabricação de biscoitos (Faroni *et al.*, 2007; Wieser *et al.*, 2007).

5.2 **Parâmetros físico-químicos da farinha**

A Tabela 5 apresenta os resultados das análises de umidade, *falling number*, glúten úmido e amido danificado das amostras de farinha de trigo nacional, argentino, russo e uruguaio.

Tabela 5 - Umidade, *falling number*, glúten úmido e amido danificado de amostras de farinha de trigo de origem nacional e importados.

Tratamentos	Amostras			
	Nacional	Argentino	Russo	Uruguaio
Umidade (%)	13,7 ± 0,10 ^{ab}	13,8 ± 0,10 ^a	13,5 ± 0,15 ^b	13,7 ± 0,06 ^{ab}
FN (seg.)	379 ± 7,55 ^a	376 ± 3,27 ^a	314 ± 5,07 ^c	343 ± 4,00 ^b
Glúten úmido (%)	25,2 ± 0,36 ^b	27,3 ± 0,14 ^a	27,7 ± 0,31 ^a	22,8 ± 0,21 ^c
Amido danificado (%)	7,30 ± 0,07 ^b	6,96 ± 0,11 ^c	7,05 ± 0,08 ^c	7,61 ± 0,10 ^a

* Valores médios seguidos do seu desvio padrão. Letras iguais na mesma linha não diferem entre si ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey. FN = *Falling Number*.

Fonte: elaborado pelo autor.

5.2.1 Umidade

As farinhas apresentaram teores médios de umidade variando entre 13,5% e 13,8% (Tabela 5), havendo diferença estatisticamente significativa entre elas. Esse resultado pode ser atribuído a diferentes condições climáticas, técnicas de cultivo e métodos de processamento. As farinhas se encontram dentro do limite estabelecido pela IN n° 8 (Brasil, 2005) de no máximo 15% de umidade (Tabela 3). Costa (2003) e Silva (2012) também obtiveram valores em conformidade ao determinado pela legislação, registrando, respectivamente, 13,4 a 14,0% e 13,1 a 14,8% para as farinhas de trigo argentinas.

Manter os teores de umidade abaixo desse limite asseguram uma melhor conservação da qualidade do produto durante o armazenamento (Costa *et al.*, 2008). Dessa forma, esse parâmetro deve ser monitorado, uma vez que sua elevação pode acelerar reações químicas e enzimáticas na farinha de trigo, resultando em mudanças nas características nutricionais, sensoriais e tecnológicas, além da formação de grumos, proliferação de odor e de sabor desagradáveis e a redução da vida de prateleira (Freo *et al.*, 2011; Silva, 2003). Ademais, a combinação de elevada temperatura e de alta umidade, em um armazenamento inadequado, proporciona um ambiente propício ao desenvolvimento de fungos e à produção de micotoxinas, elementos patogênicos aos seres humanos e aos animais (Mallmann *et al.*, 2007).

5.2.2 *Falling Number ou Índice de Queda*

Em relação ao FN, os teores médios obtidos variaram entre 314 e 379 seg (Tabela 5), com diferença estatisticamente significativa entre todas as farinhas, exceto entre a nacional e a argentina. Como todas as amostras apresentaram valores superiores a 250 seg, foram classificadas como melhoradoras, com base nesse parâmetro, conforme a IN n° 38/10.

Segundo Ortolan (2006), o intervalo recomendado para o FN em farinhas de trigo destinada à panificação situa-se entre 250 e 350 seg. Desta forma, para ele, das amostras analisadas, apenas as provenientes da Rússia e do Uruguai mostraram-se adequadas ao uso panificável (Tabela 5). Em estudos realizados por Costa (2003) e Silva (2012) com farinhas argentinas, também foi revelado índices de FN considerados elevados, variando de 354 a 381 seg e 420 a 425 seg, respectivamente. Por outro lado, as nacionais analisadas por Balhmann e Lanzarini (2013) e Silveira (2019) apresentaram uma variação expressiva, com as paranaenses na faixa de 360 a 584 seg e as gaúchas entre 153 e 353 seg, respectivamente.

Segundo Gutkoski *et al.* (2011), valores elevados do índice de queda indicam menor atividade enzimática da α -amilase, o que pode impactar significativamente no processo de panificação. Entretanto, Guarienti (1996) explica que este déficit enzimático pode ser corrigido com o uso de reforçadores ou melhoradores, utilizando a enzima α -amilase fúngica, sendo uma questão passível de solução.

5.2.3 *Glúten Úmido*

O glúten é uma rede composta por proteínas insolúveis presentes no trigo, formado quando gliadina e glutenina entram em contato com a água e são submetidas a ação mecânica ou manual. Essa rede é essencial na produção de panificados, pois confere à massa características viscoelásticas ideais para a retenção do dióxido de carbono gerado durante a fermentação e o crescimento do pão (Costa, 2018; Gutkoski *et al.*, 2007). O teor de glúten é frequentemente adotado como um dos principais parâmetros de qualidade da farinha de trigo (CONAB, 2015).

Os teores de glúten úmido encontrados variaram de 22,8% para o trigo uruguaio a 27,7% para o trigo russo (Tabela 5). Apenas as amostras da Argentina e da Rússia não apresentaram diferença significativa, sendo também as que mais se destacaram nesse parâmetro. Em relação à legislação, não há classificação das farinhas com base no teor de glúten, apenas quanto à porcentagem de proteína, conforme a IN n° 8, de 2 de junho de 2005.

De acordo com a Granotec do Brasil (2000), é recomendado que a farinha de trigo destinada à fabricação de produtos panificáveis possua um teor de glúten úmido de, no mínimo, 26%. Dessa forma, as amostras do Uruguai e nacional não atendem a este critério. Entretanto, na produção de farinhas de trigo para esta finalidade, a falta de glúten pode ser reparada pela mistura de trigos, ou farinhas, que possuam teores mais elevados, visando compensar este déficit (Paixão, 2022).

Resultados bem distintos foram encontrados por Silveira (2019), que observou uma variação de 22,9% a 40,1% para glúten úmido de treze genótipos produzidos em quatro locais de cultivo no Rio Grande do Sul. No estudo de Broca (2021) sobre a qualidade do trigo e da farinha, abrangendo as safras de 2014 a 2018 no Paraná e no Rio Grande do Sul, os valores encontrados situaram-se entre 27,7% e 29,7%. Por sua vez, Costa (2003) relatou um teor de 29,1% de glúten úmido para a farinha da Ucrânia.

5.2.4 Amido Danificado

Durante a moagem dos grãos de trigo nos bancos de cilindro, onde o endosperma é reduzido a partículas menores, ocorre a danificação mecânica das moléculas de amido. O amido em seu estado danificado desempenha um papel importante nas características da farinha, como absorção de água, propriedades reológicas da massa, produção de açúcar, velocidade de fermentação, cor, volume e vida de prateleira (Gutkoski *et al.*, 2007). A dureza do grão exerce influência sobre a qualidade do amido, mas essa também pode ser significativamente alterada devido a ação mecânica durante o processo de moagem. Assim, a determinação desse teor torna-se um critério essencial para avaliar a qualidade da farinha de trigo e para ajustar o processo, seja apertando ou afrouxando os rolos no banco de cilindros (Morris, 2015).

Os teores de amido danificado apresentaram diferenças significativas entre as farinhas analisadas, variando de 6,96% a 7,61%. No entanto, as amostras da Argentina e da Rússia não mostraram diferenças significativas entre si (Tabela 5). Jukic *et al.* (2019) verificaram que, normalmente, o grau de dano ao amido para farinhas de trigo situa-se entre 4 a 10%, sendo mais elevado em trigo duro. Labuschagne, Claassen e Deventer (1997) propõem que o teor de amido ideal para panificação está entre 6 e 9%. Dessa maneira, de acordo com os autores mencionados, as farinhas avaliadas seriam indicadas para a elaboração de pães.

Ao estudar farinhas de trigo em um moinho no estado do Rio Grande do Sul, Silveira (2019) identificou valores de amido danificado que se situaram abaixo das recomendações de

Labuschagne, Claassen e Deventer (1997), variando entre 3,28% e 5,06%. Resultado semelhante foi observado por Costa (2013) ao avaliar trigo paranaense, obtendo valores na faixa de 3,29% a 6,89%.

5.2.5 Cor instrumental das farinhas

A Tabela 6 apresenta os valores referentes à cor da farinha de trigo de diferentes procedências. A legislação brasileira estabelece que esta deve apresentar coloração branca, podendo conter leves tons de amarelo, marrom ou cinza, a depender do trigo de origem (Brasil, 2005). A avaliação da cor é principalmente empregada para verificar o grau de pureza da farinha e identificar a presença de vestígios residuais de casca (Vitkoski, 2015).

Tabela 6 - Cor da farinha de trigo de origem nacional e importados determinada pelo sistema CIEL* a^* b^* , através dos parâmetros luminosidade (L^*) e coordenadas de cromaticidade (a^* e b^*).

Cor	Amostras			
	Nacional	Argentino	Russo	Uruguaio
L	92,53 ± 0,05 ^b	92,66 ± 0,05 ^b	92,19 ± 0,18 ^c	93,10 ± 0,05 ^a
a^*	-0,03 ± 0,01 ^b	0,09 ± 0,02 ^a	-0,13 ± 0,05 ^c	-0,25 ± 0,03 ^d
b^*	12,14 ± 0,05 ^b	11,63 ± 0,05 ^d	12,05 ± 0,03 ^c	12,34 ± 0,08 ^a

Valores médios seguidos do seu desvio padrão. Letras iguais na mesma linha não diferem entre si ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey. L^ : luminosidade (0 preto e 100 branco); coordenada de cromaticidade a^* vermelho/verde (positivo vermelho e negativo verde); coordenada de cromaticidade b^* amarelo/azul (positivo amarelo e negativo azul).

Fonte: elaborado pelo autor.

Dentre as amostras estudadas, foi possível observar que a luminosidade (L^*) variou de 92,19 a 93,10, indicando uma coloração mais clara para a farinha do trigo uruguaio. Com relação à coordenada de cromaticidade a^* (eixo verde/vermelho), a variação foi de -0,25 a 0,09, sendo a farinha de origem argentina a única com tonalidade avermelhada. No que se refere à coordenada de cromaticidade b^* (eixo azul/amarelo), os resultados das amostras situaram-se na faixa de 11,63 a 12,34.

No estudo de Paixão (2022), que analisou o trigo argentino em um moinho localizado no Maranhão, foram registrados valores de luminosidade (L^*) variando de 92,00 a 92,75 e de cromaticidade b^* de 10,89 a 11,36, resultados semelhantes ao deste trabalho. Em outra

pesquisa, Silva (2017) estudou seis diferentes cultivares da safra de 2016 do estado do Paraná, obtendo uma ampla faixa de valores para todos os parâmetros avaliados, com intervalos de 92,27 a 95,34 para L*, -0,02 a -1,10 para a* e 8,06 a 14,81 para b*.

De acordo com Ortolan (2006), a cor da farinha pode ser afetada por diversos fatores, como genótipo do trigo, condicionamento do grão, processo de moagem, grau de extração, tamanho das partículas, estocagem, efeito de tratamento de branqueamento, condições climáticas da colheita e o local do plantio.

Os consumidores costumam ter preferência por farinhas de tonalidade mais clara, presumindo que estas possuem uma melhor qualidade. Entretanto, a coloração mais branca nem sempre indica qualidade superior para o produto final (Miranda, Mori, Lorini, 2009). Miranda *et al.* (2018), ao estudarem a relação entre a cor da farinha de trigo com a do miolo do pão, concluíram que farinhas mais claras não garantem, necessariamente, miolos mais claros.

5.3 Parâmetros reológicos da farinha

5.3.1 Alveografia

A técnica de alveografia destaca-se como uma das principais abordagens reológicas para avaliar a qualidade das farinhas de trigo. Esse teste analisa as propriedades viscoelásticas da massa e reproduz o comportamento da amostra durante o processo de fermentação. Os resultados obtidos permitem direcioná-la para seu uso ideal, além de possibilitar a avaliação da incorporação de enzimas e/ou aditivos tecnológicos para o desenvolvimento de formulações que melhorem o desempenho final. (ABITRIGO, 2022; Schidlowski, 2014).

As características viscoelásticas obtidas por meio do teste em alveógrafo são apresentadas na Tabela 7. Os resultados obtidos para a variável tenacidade (P) revelaram diferença significativa entre as amostras estudadas. A farinha russa apresentou valor inferior deste parâmetro em comparação com as demais amostras (84 mm). Quanto maior o valor do parâmetro P, também conhecido como resistência da massa à deformação, maior é a elasticidade da massa, sendo a glutenina a proteína associada a essa característica (Delcour, Hosney, 2010; Ortolan, 2006). Costa (2003) encontrou um valor similar de 88 mm para farinha ucraniana, enquanto Silva (2017) obteve valores entre 68 a 112 mm para a variedade nacional, e Silva (2012) registrou resultados entre 68 a 104 mm para o trigo argentino.

Tabela 7 - Resultados da análise de Alveografia das amostras de farinha de trigo de origem nacional e importados.

Alveografia	Amostras			
	Nacional	Argentino	Russo	Uruguaio
P (mm)	113 ± 1,15 ^a	109 ± 2,65 ^b	84 ± 2,71 ^d	105 ± 0,58 ^c
L (mm)	64 ± 1,53 ^b	63 ± 2,65 ^b	78 ± 1,73 ^a	64 ± 2,52 ^b
W (10 ⁻⁴ J)	270 ± 3,61 ^a	267 ± 10,87 ^a	216 ± 7,85 ^c	242 ± 7,23 ^b
P/L	1,76 ± 0,02 ^a	1,74 ± 0,07 ^{ab}	1,08 ± 0,03 ^c	1,63 ± 0,06 ^b

* Valores médios seguidos do seu desvio padrão. Letras iguais na mesma linha não diferem entre si ($p \leq 0,05$) pelo teste de Tukey.

Fonte: elaborado pelo autor.

Quanto ao parâmetro de extensibilidade (L), apenas a farinha de trigo russa apresentou uma diferença significativa entre as amostras, destacando-se por sua maior extensão. Segundo Dong *et al.* (2009), a extensibilidade da massa está relacionada com a fração de gliadina presente no glúten. Além disso, esse parâmetro demonstra a capacidade da massa em se estender sem se romper, sendo utilizado como indicativo para prever o volume do pão. Resultados semelhantes aos deste trabalho foram encontrados por alguns dos autores mencionados anteriormente, com extensibilidade de 29 a 88 mm na variedade nacional (Silva, 2017), de 58 a 93 mm no trigo argentino (Silva, 2012) e de 60 mm na farinha ucraniana (Costa, 2003).

A força do glúten (W) representa o trabalho necessário para deformar a massa e está relacionada com a capacidade e a qualidade da panificação (Gutkoski *et al.*, 2008). As amostras de farinhas de origem nacional e argentina se destacaram pelos valores mais elevados, sem apresentar diferenças significativas entre elas. Esse parâmetro é também utilizado para classificar as farinhas de trigo, conforme a IN n° 38/10 (Tabela 1). Dessa forma, todas as farinhas analisadas se enquadram na classe "pão", exceto a de origem russa, que está classificada como "doméstica". Para Willian *et al.*, (1988) todas as amostras podem ser categorizadas como glúten de força média, uma vez que apresentam valores de W dentro da faixa de 201 a 300 x 10⁻⁴ J. Segundo Cauvain e Young (2009), quanto maior o valor da força do glúten (W), maior será o período de fermentação que a massa suporta, resultando em pães com melhor qualidade, com grande volume e miolo com estrutura mais fina e macia. Os estudos mencionados anteriormente evidenciaram resultados semelhantes para esse parâmetro. Com o trigo nacional variando de 125 a 319 x 10⁻⁴ J (Silva, 2017), enquanto a

variedade argentina apresentou valores entre 178 e 282 x 10⁻⁴ J (Silva, 2012). Já o ucraniano, próximo ao russo, registrou 197 x 10⁻⁴ J (Costa, 2003).

Quanto à relação P/L, houve uma diferença significativa entre as amostras, com a farinha russa se destacando por alcançar o maior equilíbrio entre elasticidade e extensibilidade. Segundo Ortolan (2006), a relação ideal para a produção de pães está entre 0,50 e 1,20. De acordo com Guarienti (1996), farinhas com glúten balanceado apresentam uma proporção P/L entre 0,61 e 1,20. Portanto, a única amostra que se enquadra nessas faixas foi a farinha russa. Em comparação com os mesmos estudos anteriores, os resultados para a variedade nacional e argentina estão alinhados com as faixas encontradas por Silva (2017) (0,77 a 1,89) e por Silva (2012) (0,76 a 1,79). Por outro lado, Costa (2003) evidenciou um valor de 1,45 para farinha ucraniana.

5.3.2 Farinografia

A farinografia é um método que avalia a resistência da massa à mistura em diferentes estágios de seu desenvolvimento (SENAI, 2015). Neste teste, são obtidos os parâmetros de absorção, indicando a quantidade de água absorvida pela massa, de estabilidade, do tempo de desenvolvimento da massa e do índice de tolerância à mistura (Silva, 2015). As características resultantes desse estudo em farinografia são apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8 - Resultados da análise de Farinografia das amostras de farinha de trigo de origem nacional e importados.

Farinografia	Amostras			
	Nacional	Argentino	Russo	Uruguaio
Absorção de água (%)	59,9	59,5	59,5	58,1
TDM (min)	7,50	10,58	10,48	11,45
Estabilidade (min)	31,38	26,33	24,36	28,29
ITM (UF)	1	9	15	9

TDM = Tempo de Desenvolvimento da Massa; ITM = Índice de Tolerância à mistura; UF = Unidades Farinográficas.

Fonte: elaborado pelo autor.

A importância da absorção de água na panificação está relacionada à economia do processo, uma vez que um maior índice de absorção resulta em um rendimento mais elevado na fabricação de pães. Absorção inferior a 55% é considerada baixa, sendo desejável valores

acima de 60%. Isso porque a elaboração do pão requer a adição de água para diversos processos essenciais na obtenção de produtos de qualidade, como a união das partículas do glúten, a ação aglutinante, a garantia da umidade final, a disponibilização de vapor para o salto de forno, a dissolução de ingredientes hidrófilos, a ativação de enzimas e o desenvolvimento da fermentação. Dessa forma, farinhas com baixa absorção não conseguem gerar produtos ideais, pois a quantidade necessária de água para realizar essas funções não será absorvida (Aquino, 2012; ICTA, 2024; Oro, 2013; Vázquez, 2009).

Devido à limitação de recursos, especificamente à quantidade insuficiente de amostras, não foi possível realizar mais repetições do experimento. Consequentemente, a análise estatística para verificar diferenças significativas entre as amostras não pôde ser concluída, caracterizando estudo como de natureza exploratória. Ainda assim, os resultados obtidos indicam que todas as farinhas analisadas apresentaram uma absorção de água superior a 55%, com valores variando entre 58,1% e 59,9%. Paixão (2022), ao analisar o trigo argentino em um moinho no Maranhão, encontrou valores na faixa de 54,8 a 58,7%. Costa *et al.* (2008), em sua análise de farinhas nacionais, obtiveram teores variando entre 53,3 e 57,6%. Por sua vez, Costa (2003), que também realizou apenas uma única repetição por amostra, observou uma absorção de 55,3% para o trigo ucraniano.

O Tempo de Desenvolvimento da Massa (TDM) é a duração, medida em minutos, a partir do momento da adição de água, necessária de batimento para a promover a formação do glúten, com o objetivo de conferir à massa a consistência ideal para a produção do pão (Guarienti, 1996). Quanto maior o tempo, mais forte é considerada a massa (Oro, 2013). Mellado (2006) recomenda farinhas que requeiram tempos de mistura na faixa de 4 a 5 minutos para panificação. Os resultados das amostras revelaram valores de TDM que variaram entre 7,50 e 11,45 min. Uma vez que foram avaliadas farinhas puras e não aditivadas, esse tempo pode ser ajustado na produção com adição de micronutrientes durante a elaboração dos pães (Paixão, 2022). Costa (2003) obteve um TDM de apenas 2 min para o trigo ucraniano, enquanto, para a variedade nacional, os valores variaram de 2,4 a 5,6 min. Paixão (2022) encontrou TDM na faixa de 9,4 a 12,2 min para a amostra argentina, resultado semelhante ao obtido neste estudo.

Nas farinhas analisadas, a estabilidade variou entre 24,36 e 31,38 min, com a variedade nacional apresentando maior estabilidade. Para Silva (2012), que considera valores acima de 20 min indicativos de qualidade, todas as farinhas podem ser caracterizadas como de boa qualidade. Além disso, de acordo com a IN nº 38/10, todas as amostras foram classificadas como melhorador, pois apresentaram estabilidade superior a 14 min. Paixão

(2022) encontrou valores de 20,6 a 26,6 min para amostras de farinhas argentinas, resultados semelhantes aos obtidos neste estudo. Costa *et al.* (2008) registraram uma faixa de 10,0 e 24,75 min para farinha nacional. Entretanto, Costa (2003) obteve uma estabilidade de apenas 10 min para o trigo ucraniano.

O índice de tolerância à mistura (ITM) das farinhas analisadas variaram de 1 a 15 UF. A variedade nacional apresentou maior estabilidade e menor valor de ITM, enquanto a farinha russa demonstrou menor estabilidade e ITM mais alto, indicando uma relação inversamente proporcional entre esses parâmetros. Essa relação também foi ressaltada por Paixão (2022) ao avaliar farinhas argentinas, com resultados variando de 3 a 16 UF. A baixa estabilidade do trigo ucraniano, estudado por Costa (2003), exibiu um elevado valor de ITM de 35 UF.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos para o grão de trigo apontaram que todas as amostras analisadas estavam dentro dos padrões estabelecidos pela legislação quanto ao teor de umidade recomendado pela Instrução Normativa nº 38/10. No que se refere ao parâmetro de PH, a maioria dos grãos foi classificada como Tipo 1, conforme IN nº 38/10, com exceção do trigo russo, classificado como Tipo 2. Embora não haja legislação que estabeleça uma classificação para os parâmetros de *falling number* e glúten úmido em grãos, todas as amostras analisadas apresentaram, com base no número de queda, características que indicam o potencial de serem classificadas como farinhas melhoradoras. Os trigos provenientes da Rússia e da Argentina se destacaram pelo alto percentual de glúten úmido, sugerindo uma tendência a produzir farinhas fortes.

As análises das farinhas de trigo revelaram que todas apresentaram teor de umidade dentro dos limites legais, conforme a IN nº 8/05. Todas foram classificadas como melhoradoras com base no parâmetro FN, segundo a IN nº 38/10. Em relação ao teor de glúten úmido, a literatura indica que as provenientes da Argentina e da Rússia atendem ao percentual mínimo necessário para panificação. Quanto ao teor de amido danificado, todos os resultados obtidos foram ideais para a fabricação de pães. No entanto, não existem legislação ou referências que estabeleçam uma relação sobre a coloração ideal para esses produtos destinados à panificação.

Quanto à estabilidade, avaliada por meio da farinografia, todas as farinhas foram classificadas como melhoradores. Já a força do glúten, medida pela alveografia, classificou a maioria como “pão”, com exceção da farinha russa, que foi classificada como “doméstica”, segundo a IN nº 38/10.

Constatou-se que todas as amostras em estudo atendem à legislação vigente, quanto aos aspectos analisados, e têm boa qualidade tecnológica para panificação, com todos os trigos obtendo as mesmas classificações, com algumas exceções para a variedade russa.

Dessa forma, recomenda-se a realização da análise de farinografia com um número maior de repetições, visando obter dados que possam ser analisados estatisticamente, aumentando assim a representatividade e a confiabilidade dos resultados.

Além disso, recomenda-se o estudo da aplicação de farinhas de diferentes nacionalidades na produção de produtos específicos, como o pão francês. Essa abordagem permitirá correlacionar as análises físico-químicas e reológicas com a performance dos pães, observando características como absorção de água, formação do glúten, desenvolvimento da

massa, cor da casca, pestana, volume, estrutura do miolo e crocância. Compreender o perfil do produto acabado é essencial para otimizar a formulação e garantir a qualidade sensorial e tecnológica do pão.

REFERÊNCIAS

AACC - American Association of Cereal Chemists - International. **Method 38-12.02: Wet Gluten, Dry Gluten, Water-Binding Capacity, and Gluten Index** - First approval November 8, 2000.

AACC - American Association of Cereal Chemists - International. **Method 44-15.02: Moisture-Air-Oven Methods** Final approval October 30, 1975; Reapproval November 3, 1999.

AACC - American Association of Cereal Chemists - International. **Method 54-21.02: Rheological Behavior of Flour by Farinograph: Constant Flour Weight Procedure** - Final approval November 8, 1995; revision and approval January 6, 2011.

AACC - American Association of Cereal Chemists - International. **Method 54-30.02: Alveograph Method for Soft and Hard Wheat Flour** - First approval October 3, 1984, Reapproval November 3, 1999.

AACC - American Association of Cereal Chemists - International. **Method 56-81.03: Determination of Falling Number** - Final approval November 2, 1972; Reapproval November 3, 1999.

AACC - American Association of Cereal Chemists - International. **Method 76-33.01: Damaged Starch - Amperometric Method by SDmatic** - First approval October 10, 2007.

ABITRIGO. Associação Brasileira da Indústria de Trigo. **Raio X da Cadeia do Trigo e dos Moinhos Brasileiros**. Disponível em: <https://www.abitrigo.com.br/conhecimento/conhecimento-raio-x/>. Acesso em 29 ago. 2023.

ABITRIGO. Associação Brasileira da Indústria de Trigo. **História do Trigo**. Disponível em: <https://www.abitrigo.com.br/conhecimento/historia-do-trigo/>. Acesso em 19 set. 2023.

ABITRIGO. Associação Brasileira da Indústria de Trigo. **Guia de qualidade da farinha**. [S. l.: s. n.], 2022. Disponível em: <https://www.abitrigo.com.br/conhecimento-publicacoes/>. Acesso em: 29 ago. 2023

ANTUNES, J.M. O papel da pesquisa no desenvolvimento do trigo no Brasil. **EMBRAPA**, Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/81366007/o-papel-da-pesquisa-no-desenvolvimento-do-trigo-no-brasil>. Acesso em: 11 set. 2023.

ANTUNES, J.M. Trigo, uma safra para ficar na história. **EMBRAPA**, Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/77085844/trigo-uma-safra-para-ficar-na-historia>. Acesso em: 12 set. 2023.

AQUINO, V. C. **Estudo da estrutura de massas de pães elaboradas a partir de diferentes processos fermentativos**. 2012. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

Disponível em:

<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9133/tde-10092012-142302/pt-br.php>. Acesso em: 2024 jan. 2024.

BALHMANN, C. L.; LANZARINI, D. P. **Estudo reológico e físico-químico das farinhas de trigo destinadas à panificação produzidas em moinhos da região de Francisco Beltrão**.

2013. 32 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2013. Disponível em:

<https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/11666>. Acesso em: 29 nov. 2023.

BERTOL, T. M.; SANTOS FILHO, J. I.; LUDKE, J. V.; TALAMINI, D. J. D. Determinação da equivalência trigo, triticale, e milho na formulação de rações para suínos e aves. **Embrapa Suínos e Aves: Comunicado Técnico**, 566. Concórdia, 2019. 20 p. Disponível em:

<https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=1117262&biblioteca=vazio&busca=1117262&qFacets=1117262&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>. Acesso em: 21 set. 2023.

BRANDÃO, S. S.; LIRA, H. L. **Tecnologia de panificação e confeitaria**. 1. ed. Recife: EDUFRP, 2011. 150 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa Nº 38 de 30 de novembro de 2010. Estabelecer o Regulamento Técnico do Trigo, definindo o seu padrão oficial de classificação, com os requisitos de identidade e qualidade, a amostragem, o modo de apresentação e a marcação ou rotulagem, nos aspectos referentes à classificação do produto, na forma dos Anexos à presente Instrução Normativa. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 30 de novembro de 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa Nº 8 de 02 de junho de 2005. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Farinha de Trigo. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 02 junho de 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução da Diretoria Colegiada – RDC Nº 344 de 13 de dezembro de 2002. Regulamento Técnico para Fortificação das Farinhas de Trigo e das Farinhas de Milho com Ferro e Ácido Fólico. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 13 de dezembro de 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria de Apoio Rural e Cooperativismo (SARC). Instrução Normativa Nº. 7, de 15 de Agosto de 2001. Regulamento Técnico de Identidade e de Qualidade do Trigo. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 15 de Agosto de 2001.

BROCA, A. **Estudo da qualidade do trigo e da farinha de trigo destinada à panificação em um moinho no sul do Brasil**. 2020. 32f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal Fronteira Sul, Laranjeiras do Sul, 2021. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/4610>. Acesso em 19 nov. de 2023.

CALDEIRA, N. Q. N.; LIMA, Z. L. A.; SEKI, A. R.; RUNJANEK, F. D. Diversidade de trigo, tipificação de farinhas e genotipagem. **Biotecnologia Ciência de Desenvolvimento**, Brasília. v. 3, nº 16, p. 44-48, 2000.

CAUVAIN, S. T; YOUNG, L. S. **Tecnologia de panificação**. 2 ed. Barueri: Manole, 418p, 2009.

CARVALHO, J. D. **Controle de qualidade de trigo e derivados e tratamento e tipificação de farinhas**. Curitiba: Núcleo de Desenvolvimento e Tecnologia - Granotec do Brasil, 1999.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. Brasília, DF, v. 10, safra 2022/23, n. 11 décimo primeiro levantamento, 2023.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **AgroConab**, Brasília, DF, v. 4, n. 05, Mai/2024

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Perspectivas para a agronomia - Safra 2014/2015**. Brasília, DF, v. 2, safra 2014/15, n. 11 décimo primeiro levantamento, 2015.

COSTA, M.G. **Qualidade funcional da farinha obtidas do grão de trigo nacional e importado**. 2003. 59. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/9048>. Acesso em: 21 out. 2023.

COSTA, M. G.; SOUSA, E. L.; STAMFORD, T. L. M.; ANDRADE, S. A. C. Qualidade Tecnológica de grãos e farinhas de trigo nacionais e importados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 1, p. 220- 225, 2008. Curso de Tecnologia em Agroindústria- Instituto Federal Farroupilha, Alegrete, 2010.

COSTA, M. S. **Avaliação da qualidade industrial de linhagens de trigo por meio de métodos físico-químicos, reológicos e de panificação**. 2013. 152 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, 2013. Disponível em: <https://acervodigital.unesp.br/handle/11449/88423>. Acesso em: 10 dez. 2023.

COSTA, R.; LEITE, D. M.; RIBEIRO, L. S.; PAIXÃO, L. L. B.; BRITO, M. S.; SANTANA, R. F. **Avaliação do teor de glúten úmido e glúten seco de farinhas de trigo comercializadas em Vitória da Conquista – BA**. In: Anais da 4ª Semana de Engenharia de Alimentos e I Simpósio da Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos da UESB. Anais...Itapetinga(BA) UESB, 2018. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/sealim2018/121957-AVALIACAO-DO-TEOR-DE-GLUTEN-UMIDO-E-GLUTEN-SECO-DE-FARINHAS-DE-TRIGO-COMERCIALIZADAS-EM-VITORIA-DA-CONQUISTA--BA>. Acesso em: 09 dez. 2023.

DELCOUR, J. A.; HOSENEY, R. C. **Principles of cereal science and technology**. ed. 3. St. Paul, Minnessota (EUA): AACC, 2010.

DONG, K.; HAO, C. Y.; WANG, A. L.; CAI, M. H.; YAN, Y. M. Characterization of HMW glutenin subunits in bread and tetraploid wheats by reserved-phase highperformance liquid chromatography. **Cereal Research Communications**, v. 37, p. 65-72, 2009.

DONNELLY, B. J. ; PONTE, J. G. Pasta: raw materials and processing. In: KULP, K.; PONTE, J. G. (2ed). **Handbook of Cereal Science and Technology**. New York : Marcel Dekker, 2000. p. 647-666.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Global wheat and rice harvests poised to set new record**. Roma, 2016. Disponível em: <http://www.fao.org/news/story/en/item/445300/icode/>. Acesso em: 23 set. 2023

FARONI, L. R. D.; BERBERT, P. A.; MARTINAZZO, A.P.; COELHO, E. M. Qualidade da farinha obtida de grãos de trigo fumigados com dióxido de carbono e fosfina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.**, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 115-119, 2007.

FRANCESCHINA, C. S. **Digestibilidade da proteína e proteína verdadeira solúvel de coprodutos de trigo para suínos em crescimento**. 2013. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) - Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

FREO, J. D.; MORAES, L. D. B.; COLUSSI, R.; MOSSMANN, J.; ELIAS, M. C.; GUTKOSKI, L. C. Propriedades físicas e tecnológicas de farinha de trigo tratada com terra diatomácea. **Ciência Rural**, 2011.

GRANOTEC DO BRASIL. **Controle de qualidade de trigo e derivados, tratamentos e tipificação de farinhas**. 97 p. São Paulo: Granotec, 2000.

GUARIENTI, E. M. **Qualidade industrial de trigo**. 2ªed. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1996. 36p. (EMBRAPA–CNPT. Documentos, 27).

GUTKOSKI, L. C. et al. **Características Tecnológicas de Genótipos de Trigo (*Triticum aestivum* L.) Cultivados no Cerrado**. *Ciência Agrotecnologia*, v.31, p. 786-792. 2007.

GUTKOSKI, L. C. **Trigo: Segregação, tipificação e controle de qualidade**. Passo Fundo: Ed. Passografic, 2011. 151 p.

GUTKOSKI, L. C.; DURIGON, A.; MAZZATTI, S.; SILVA, C. T.; ELIAS, M. C. Efeito do período de maturação de grãos nas propriedades físicas e reológicas de trigo. **Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 28, n. 4, p. 888-894, 2008.

GWIRTZ, J. A.; WILLYARD, M. R.; MCFALL, K. L. W. Wheat: more than just a plant. In: MÜHLENCHÉMIE. **Future of flour**: a compendium of flour improvement. [S.l.], 2014. Disponível em: <http://muehlenchemie.de/english/know-how/future-of-flour.html>. Acesso em: 23 set. 2023.

ICC - International Association For Cereal Chemistry. 1960 (Revised 1990). **Standard N° 104/1. Determination of Ash in Cereals and Cereal Products**.

ICC - International Association for Cereal Science and Technology - **Standard N° 107/1: Determination of the "Falling Number" according to Hagberg-Perten as a Measure of the Degree of Alpha-Amylase Activity in Grain and Flour** - Approved: 1968; Revised: 1995.

ICC - International Association for Cereal Science and Technology - **Standard n° 155: Determination of Wet Gluten Quantity and Quality [Gluten Index ac. to Perten] of Whole Wheat Meal and Wheat Flour (Triticum aestivum)** - Approved: 1994.

ICC - International Association for Cereal Science and Technology - **Standard N° 172 - equivalent to the AACC International n° 76-33 Flour from Wheat (triticum aestivum) - Determination of Damage Starch by an Amperometric Method Using the SDMatic** - Approved: 2011.

ICTA - Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos. **Avaliação da qualidade tecnológica/industrial da farinha de trigo**. Porto Alegre: UFRGS, 2024. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/napead/projetos/avaliacao-farinhatrigo/1a.php>. Acesso em: 11 jan. 2024.

JUKIC, M.; KOCEVA-KOMLENIC, D.; MASTANJEVIC, K. M.; MASTANJEVIC, K.; LUCAN, M.; POPOVICI, C.; NAKOV, G.; LUKINAC, J. Influência do amido danificado nos parâmetros de qualidade de massas e pães de trigo. In: **Jornal Alimentar Ucrainiano**, v. 8, n. 3, p. 512-521, 2019.

LABUSCHAGNE, M. T.; CLAASSEN, A.; DEVENTER, C. S. Biscuitmaking quality of backcross derivatives of wheat differing in kernel hardness. **Euphytica**, v. 96, n. 1, p. 263-266, 1997.

LORENZ, K.; WOLT, M. Effect of altitude on falling number values of flours. **Cereal Chemistry**, v.58, n.2, p.80-82, Mar.-Apr. 1981.

MALLMANN, C. A.; DILKIN, P.; GIACOMINI, L. Z. et al. **Micotoxícoses**. In: Curso de Sanidade Avícola Fort Dodge, 14, Campinas, 2007.

MELLADO, M. Z. **El trigo em Chile**. INIA nº 121. 684 p. Instituto de investigaciones agropecuárias. Chillá, Chile, 2006.

MIRANDA, M. Z. et al. **Relação entre cor de farinha de trigo e cor do miolo do pão**. In: Congresso brasileiro de ciência e tecnologia de alimentos, 2018. A cultura do trigo. Companhia Nacional de Abastecimento. Brasília, 2018.

MIRANDA, M. Z.; MORI, C.; LORINI, I. **Qualidade comercial do trigo brasileiro: safra 2006**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 49 p. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 112). Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do112.htm. Acesso em 17 dez. 2023.

MORI, C.; ANTUNES, J. M.; FAE, G. S.; ACOSTA, A.S. Trigo: O produtor pergunta, a Embrapa responde (Coleção 500 perguntas, 500 respostas). **Embrapa**. Brasília, 2016. 309 p. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1040211?locale=pt_BR. Acesso em: 07 set. 2023.

MORRIS, C. F. Evaluation of Wheat-Grain Quality Attributes. **Encyclopedia of Food Grains: Second Edition**, v. 3-4, p. 251-256, 2015.

NITZKE, J. A.; THYS, R. C. S. Avaliação da Qualidade Tecnológica/Industrial da Farinha de Trigo. **Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. 2010. Disponível em: <https://lume-re-demonstracao.ufrgs.br/avaliacao-qualidade/index.php>. Acesso em 24 set. 2023.

OLIVEIRA, K. S. **Estresse térmico em plantas de trigo. Alterações na composição do grão**. 2012. 98f. Dissertação (mestrado) - Universidade nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Lisboa, 2012. Disponível em: <https://run.unl.pt/handle/10362/8536>. Acesso em 10 nov. 2023.

ORO, T. **Adaptação de métodos para avaliação da qualidade tecnológica de farinha de trigo integral**. 2013. 195f. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Florianópolis, 2013. Disponível em: <http://biblioteca.posgraduacaoredentor.com.br/link/?id=2640005>. Acesso em: 08 nov. 2023.

ORTOLAN, F. **Genótipos de Trigo do Paraná – Safra 2004: caracterização e fatores relacionados à alteração de cor de farinha**. Santa Maria, 2006, 143f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

PAIXÃO, B. L. A. **Controle de qualidade aplicado em farinhas de trigo produzidas no estado do Maranhão: ênfase nas análises físico-químicas e reológicas**. 2022. 57f. Trabalho

de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2022.

POLETTI, V. D. **Desempenho de sete cultivares de trigo no Estado do Paraná**. 2015. 27f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Universidade Federal de Pelotas - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Pelotas, 2015. Disponível em: <http://repositorio.ufpel.edu.br/handle/prefix/3277>. Acesso em 27 out. 2023.

R Core Team (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Disponível em: <https://www.R-project.org>.

SCHEUER, P. M.; FRANCISCO, A.; MIRANDA, M. Z.; LIMBERGER, V. M. Trigo: Características e Utilização na Panificação. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.13, n.2, p. 211-222, 2011.

SCHIDLOWSKI, L. L. **Produtividade e qualidade industrial de trigo em diferentes anos e regiões de cultivo**. 2014. 46f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2014. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/873>. Acesso em 19 dez. 2023.

SENAI (Fortaleza - CE). **Garantia e controle da qualidade do trigo**. [S. l.: s. n.], 2015.

SILVA, K. A. **Análises reológicas e físico-químicas da farinha de trigo de seis diferentes cultivares recomendadas para o estado do Paraná (safra 2016)**. 2017. 29 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/16633>. Acesso em 17 dez. 2023.

SILVA, M. C. F. P. **Estudo do perfil proteico e qualidade de panificação em farinhas de trigo argentino das regiões de Necochea e Up River**. 2012. 85f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/11895>. Acesso em: 15 out. 2023.

SILVA, R. C. **Qualidade tecnológica e estabilidade oxidativa de farinha de trigo e fubá irradiados**. 2003. 89f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura - Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

SILVA, V. M. **Análises laboratoriais para o controle de qualidade da farinha de trigo**. 2015. Relatório de estágio curricular (Graduação em Agronomia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/151015/001007550.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 jan. 2024.

SILVEIRA, M. M. **Discriminação da qualidade de genótipos de trigo produzidos no Rio Grande do Sul e sua utilização na forma de grãos cozidos para a alimentação humana.**

2019. 77f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019. Disponível em:

<https://guaiaca.ufpel.edu.br/handle/prefix/4885>. Acesso em: 29 nov. 2023.

SOUSA, C. N. A.; GOMES, E. P.; MOREIRA, J. C. S.; SARTORI, J. F.; DEL DUCA, L. J. A.; SCHEEREN, P. L.; SILVA, S. A.; LINHARES, W. I. Criação de cultivares de trigo no Centro Nacional de Pesquisa de Trigo - Período de 1986 a 1990. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, p. 553-563, 1998.

SOUZA, R. G. **Trajectoria temporal e espacial da produção de trigo no Brasil.** 2020. 120 p. Dissertação (Mestrado em Agronegócios)—Universidade de Brasília, Brasília, 2020. Disponível em: <http://repositorio2.unb.br/jspui/handle/10482/39475>. Acesso em: 29 ago. 2023.

TAKEITI, C. Y. Trigo. **EMBRAPA** - Tecnologia de Alimentos, Brasília, 2021. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/tecnologia-de-alimentos/processos/grupos-de-alimentos/cereais-e-graos/trigo>. Acesso em: 30 ago. 2023.

TATHAM, A. S.; SHEWRY, P. R. The S-poor prolamins of wheat, barley and rye: revisited. **Journal of Cereal Science**, [S.l.], v. 55, p. 79–99, mar. 2012.

USDA - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Grain and Feed Annual.** Foreign Agricultural Service. Brasília, 2023. 39 p. Disponível em:

https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/DownloadReportByFileName?fileName=Grain%20and%20Feed%20Annual_Brasilia_Brazil_BR2023-0008. Acesso em: 29 ago. 2023.

VÁZQUEZ, D. **Aptitud Industrial de Trigo.** Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología Del INIA. Série Técnica, v. 177, p. 8–32, 2009.

VITKOSKI, F. L. **Estudo da influência do tempo de umidificação (condicionamento) do grão de trigo, na taxa de extração e parâmetros físico-químicos da farinha.** 2015. 23 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2015. Disponível em:

<https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/16700>. Acesso em 17 dez. 2023.

WIESER, H.; SEILMEIER, W.; BELITZ, H. D. Quantitative determination of gliadina subgroups from different wheat cultivares. **Journal of Cereal Science**. v.19, n.2, p.149-155, 1994.

WILLIAMS, P.; EL-HARAMEIN, F.J.; NAKKOUL, H.; RIHAWI, S. **Crop quality evaluation methods and guidelines.** 2.ed. Aleppo, Syria: ICARDA, 1988. 145p.

ZARDO, F. P. **Análises laboratoriais para o controle de qualidade da farinha de trigo.** 2010. 46 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Tecnologia em Alimentos, Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Bento Gonçalves, 2010. Disponível em: <https://docplayer.com.br/7818081-Analises-laboratoriais-para-o-controle-de%02qualidade-da-farinha-de-trigo.html>. Acesso em: 29 ago. 2023.

ZHANG, W.; LUO, X.; LI, L.; SHU, Z.; WANG, P.; ZENG, X. Selected Quality Attributes of Wheat Flour Added with Overozonized Wheat Flour. **Journal of Food Quality**, [S.l.], v. 2021, p. 1-9, jun. 2021. Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/jfq/2021/5559884>. Acesso em: 23 set. 2023.