



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS – UFAL  
INSTITUTO DE QUÍMICA E BIOTECNOLOGIA – IQB  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM QUÍMICA TECNOLÓGICA E  
INDUSTRIAL.**



LUIS FERNANDO DE MELO SANTOS

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DO CONTROLE DE QUALIDADE APLICADO À  
FARINHA DE TRIGO

MACEIÓ/AL

2022

LUIS FERNANDO DE MELO SANTOS

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DO CONTROLE DE QUALIDADE APLICADO À  
FARINHA DE TRIGO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Instituto de Química e Biotecnologia da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Química Industrial.

Orientador: Prof. Dr. José Edmundo Accioly de Souza.

MACEIÓ/AL

2022

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**  
Bibliotecária: Taciana Sousa dos Santos – CRB-4 – 2062

S237r Santos, Luis Fernando de Melo.  
Revisão bibliográfica do controle de qualidade aplicado à farinha de trigo  
/ Luis Fernando de Melo Santos. – 2022.  
54 f. : il. color.

Orientador: José Edmundo Accioly de Souza.  
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Química Tecnológica  
e Industrial) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Química e  
Biotecnologia. Maceió, 2022.

Bibliografia: f. 51-54.

1. Farinha de trigo. 2. Trigo. 3. Controle de qualidade. I. Título.

CDU: 664.641.12

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

LUIS FERNANDO DE MELO SANTOS

### REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DO CONTROLE DE QUALIDADE APLICADO À FARINHA DE TRIGO

Trabalho de conclusão de curso submetido ao Instituto de Química e Biotecnologia da Universidade Federal de Alagoas, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Química Tecnológica e Industrial.

Aprovado em: 22 / 07 / 2022

#### **Banca Examinadora**

---

Prof. Dr. José Edmundo Accioly de Souza – Orientador  
Universidade Federal de Alagoas – IQB – UFAL

---

Prof. Dra. Simoni Margareti Plentz Meneghetti  
Universidade Federal de Alagoas – IQB – UFAL

---

Prof. Dr. Júlio Cosme Santos da Silva  
Universidade Federal de Alagoas – IQB – UFAL

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, pela dádiva da vida, e por me permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo do caminho, sem Ele nada é possível.

Aos meus pais, Elinaldo e Maria, por terem me ajudado nesta jornada e se esforçado para proporcionar uma educação melhor para mim, mesmo em meio às batalhas da vida.

Agradeço a minha noiva, Tamyres, por me apoiar e incentivar sempre, mesmo quando desanimei ela me ajudou a ser melhor.

Aos meus avôs, paternos e maternos, que sempre me ajudaram ao longo da vida, em especial ao meu avô Olavo Luiz, em memória.

Aos meus tios e tias, destaco minha Tia Elenize que sempre foi uma segunda mãe para mim.

Agradeço aos meus amigos que me ajudaram a tornar a vida mais leve.

Ao meu orientador por me mostrar o caminho a ser seguido.

## RESUMO

A farinha de trigo tem aplicações variadas, pode ser usada como matéria-prima para pães, bolos, massas e biscoitos, produtos esses que possuem características totalmente diferentes e, portanto, necessitam de uma matéria prima tipificada para a sua elaboração. Desse modo, faz-se necessário um controle de qualidade na produção da farinha para verificar se as características do trigo e da farinha proveniente dele são adequadas para as finalidades desejadas. O presente trabalho utilizou como método de coleta de dados a pesquisa bibliográfica para assimilar de forma mais clara as análises geralmente realizadas em um laboratório de controle de qualidade em um moinho de trigo e tem como objetivo a disseminação deste conhecimento, levando em consideração que as análises laboratoriais deste setor são bastante específicas e dificilmente serão vistas com antecedência na graduação. Estas análises são divididas em análises da qualidade do grão de trigo: peso hectolitro, umidade do grão e análise de impurezas e análises da qualidade industrial da farinha de trigo: teor de umidade, análise de cor, análise de glúten, *falling number*, análise de cinzas, farinografia, extensografia e alveografia.

**Palavras-chave:** Trigo; Farinha de trigo; Controle de qualidade.

## ABSTRACT

Wheat flour has varied applications, it can be used as raw material for breads, cakes, pasta and cookies, products that have totally different characteristics and, therefore, need a typified raw material for their elaboration. Thus, a quality control in the production of flour is necessary to verify if the characteristics of the wheat and the flour from it are suitable for the desired purposes. The present work used the bibliographic research as a method of data collection to assimilate more clearly the analyzes usually carried out in a quality control laboratory in a wheat mill and aims to disseminate this knowledge, taking into account that the analyzes laboratory tests in this sector are quite specific and will hardly be seen in advance during graduation. These analyzes are divided into wheat grain quality analysis: hectoliter weight, grain moisture and impurity analysis and wheat flour industrial quality analysis: moisture content, color analysis, gluten analysis, *falling number*, ash, farinography, extensography and alveography.

**Keywords:** Wheat; Flour; Quality control.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1: Destinação da farinha de trigo .....	8
Figura 1.2: Estrutura básica do trigo .....	9
Figura 1.3: Principais estágios da moagem .....	10
Figura 1.4: Processo de moagem .....	12
Figura 3.1: Equipamento para medição do PH .....	16
Figura 3.2: Equipamento de mediação de PH montado. ....	17
Figura 3.3: Demonstração de dosagem do trigo no equipamento. ....	17
Figura 3.4: Balança mecânica em equilíbrio .....	18
Figura 3.5: Pesos auxiliares.....	19
Figura 3.6: Tabela de conversão para o peso hectolitro. ....	19
Figura 3.7: Equipamento portátil de medição de umidade de grãos .....	20
Figura 3.8: Peneira de crivos oblongos para análise de impurezas.....	23
Figura 4.1: Fórmula para obtenção da umidade .....	25
Figura 4.2: Analisador de umidade por infravermelho .....	26
Figura 4.3: Colorímetro .....	27
Figura 4.4: Gráfico de cores .....	27
Figura 4.5: Lâminas de farinha recém imersas em água .....	28
Figura 4.6: Lâminas de farinha após decorridos alguns minutos .....	29
Figura 4.7: Formação da rede de glúten.....	30
Figura 4.8: Representação da estrutura química do glúten .....	30
Figura 4.9: Sistema glutomatic .....	31
Figura 4.10: Mufla .....	34
Figura 4.11: Fórmula para percentual de cinzas.....	34
Figura 4.12: Tabela para correção de umidade <i>falling number</i> .....	36
Figura 4.13: Tubo e haste do equipamento .....	37
Figura 4.14: Equipamento de <i>falling number</i> .....	37
Figura 4.15: Passo a passo do método de <i>falling number</i> .....	38
Figura 4.16: Influência da atividade de alfa-amilase na qualidade do pão.....	39
Figura 4.17: Influência do número de queda na qualidade do pão .....	39
Figura 4.18: Farinógrafo .....	41
Figura 4.19: Farinograma .....	41
Figura 4.20: Parâmetros do farinograma .....	42

Figura 4.21: Extensógrafo.....	44
Figura 4.22: Gancho do equipamento esticando a massa.....	44
Figura 4.23: Extensograma.....	45
Figura 4.24: Alveógrafo.....	46
Figura 4.25: Formação da bola de ar com a massa .....	47
Figura 4.26: Alveograma.....	47

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	7
1.1 HISTÓRIA E IMPORTÂNCIA DO TRIGO .....	7
1.2 ESTRUTURA DO TRIGO .....	9
1.3 MOAGEM DO TRIGO .....	10
1.4 ENRIQUECIMENTO COM FERRO E ÁCIDO FÓLICO .....	12
<b>2 CONTROLE DE QUALIDADE</b> .....	14
<b>3 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO GRÃO DE TRIGO</b> .....	15
3.1 PESO HECTOLITRO (PH) .....	15
3.2 UMIDADE DO TRIGO .....	20
3.3 ANÁLISE DE IMPUREZAS CONTIDAS NO TRIGO .....	21
<b>4 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA FARINHA DE TRIGO</b> .....	24
4.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS .....	24
4.1.2 ANÁLISE DE COR DA FARINHA .....	26
4.1.3 MÉTODO DE PEKAR .....	28
4.1.4 ANÁLISE DE GLÚTEN .....	29
4.1.5 ANÁLISE DE CINZAS .....	32
4.1.6 <i>FALLING NUMBER</i> (NÚMERO DE QUEDA) .....	35
4.2 ANÁLISES REOLÓGICAS .....	39
4.2.1 FARINOGRAFIA .....	40
4.2.2 EXTENSOGRAFIA .....	43
4.2.3 ALVEOGRAFIA .....	46
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	49

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 HISTÓRIA E IMPORTÂNCIA DO TRIGO

O trigo (*Triticum sativum*) esteve intimamente ligado ao desenvolvimento das civilizações e presente ao longo da história da humanidade, começou a ser cultivado há cerca de 10 mil anos na Mesopotâmia (SINDITRIGO, 2021).

Inicialmente, com o fim da última era glacial, o trigo não se apresentava como o conhecemos hoje, as sementes eram ralas e pequenas. O vento conseguia espalhá-las e, assim, a planta se multiplicava naturalmente (VEIGA, 2019).

O ser humano começou a perceber que este cereal era interessante para consumo, porém algumas de suas características não agradavam, não era possível colher o cereal maduro, este "voava" antes de ser colhido no momento ideal (VEIGA, 2019).

Então, sem entender nada de genética, nossos ancestrais acabaram interferindo na evolução do trigo, ao longo de milhares de anos o ser humano foi cultivando apenas aqueles exemplares que guardavam os grãos durante mais tempo na espiga, isso mudou radicalmente as características do cereal, hoje o trigo é essencialmente cultivado pelo homem, não ocorre mais a sua propagação natural através do vento (VEIGA, 2019).

O trigo foi o primeiro alimento a ter seu cultivo em escala para consumo e o pão foi o primeiro alimento preparado para o consumo que a história registra, é, talvez, a receita mais antiga do mundo (NOGUEIRA, 2015).

A sua importância se dá principalmente por ser o único cereal do qual podem ser extraídas farinhas com plena capacidade de formar massas coesas, consistentes, elásticas e extensíveis. Isto se deve ao trigo ser o único cereal dotado de glúten, rede protéica formada por glutenina e gliadina, pelo menos em quantidade e qualidade adequadas para a obtenção de massas elástico-extensíveis (ZARDO, 2010).

Massas preparadas com farinhas sem glúten como a extraída do arroz por exemplo, não possuem as características reológicas únicas de massas preparadas com a farinha de trigo.

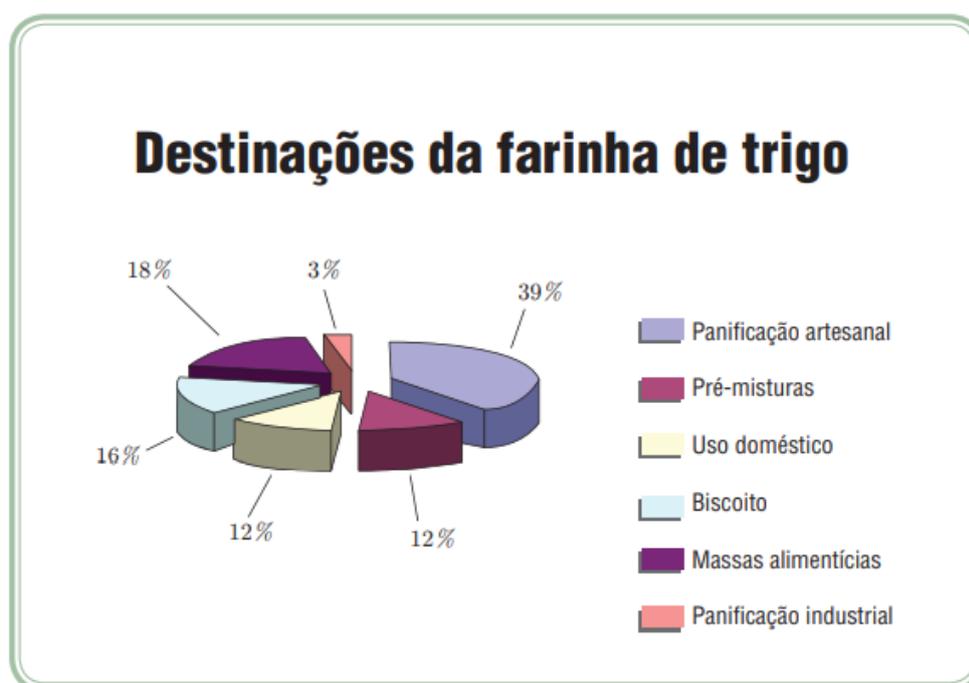
O trigo é responsável por aproximadamente 30% da produção mundial de grãos, no ano de 2021 a produção deste grão foi de 791.120 milhões de toneladas (ABITRIGO, 2021).

No Brasil o trigo moído tem procedência nacional e importada. Os estados brasileiros de maior produção do grão são Paraná, Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul e São Paulo.

As principais importações provêm dos Estados Unidos, Argentina, Canadá e Alemanha. Quando de procedência internacional o grão é transportado para o Brasil por navios; chegando aos portos, é descarregado e seu transporte é feito majoritariamente por carretas até os moinhos (BRANDÃO, 2011).

Atualmente, de acordo com a ABITRIGO (Associação Brasileira da Indústria do Trigo), existem 165 moinhos em atividade no Brasil, responsáveis pela distribuição de toda a farinha de trigo comercializada no país, a farinha distribuída com a destinação de acordo com a Figura 1.1.

Figura 1.1: Destinação da farinha de trigo



Fonte: BRANDÃO, 2011.

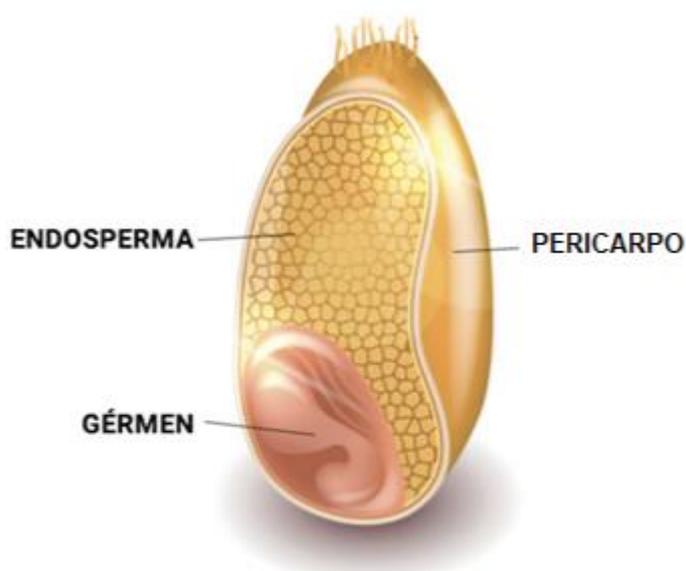
Além do cultivo principal para a alimentação humana, também é importante fonte de alimentação animal, pela produção de grãos para ração subutilizando lotes

imprestáveis para o consumo humano e através do aproveitamento de subprodutos da moagem do trigo como o farelo (ZARDO, 2010).

## 1.2 ESTRUTURA DO TRIGO

O grão de trigo é dividido basicamente em três partes principais: Pericarpo, endosperma e gérmen. (Figura 1.2)

Figura 1.2: Estrutura básica do trigo



Fonte: ABITRIGO, 2021, adaptada pelo autor.

**Pericarpo:** Consiste na nomenclatura da parte externa (casca). Recobre toda semente; é formado por 6 camadas (epiderme, hipoderme, células finas, células intermediárias, células cruzadas e células tubulares); representa 5% do peso do grão e é rico em pentosanas, celulose e cinzas. Após a moagem o pericarpo é removido do grão como farelo do trigo (BRANDÃO, 2011).

**Endosperma:** Corresponde a aproximadamente 82% do grão. É composto de amido, mas a parte mais externa – subaleurona – contém mais proteína. É o principal interesse na moagem do trigo, extrair o endosperma onde estão o amido e as proteínas formadoras da rede de glúten e separá-lo do farelo presente no pericarpo (BRANDÃO, 2011).

**Gérmen:** Corresponde a 3% do peso do grão. Também conhecido como o embrião do grão. É rico em proteína, lipídios, açúcares redutores e cinzas (BRANDÃO, 2011).

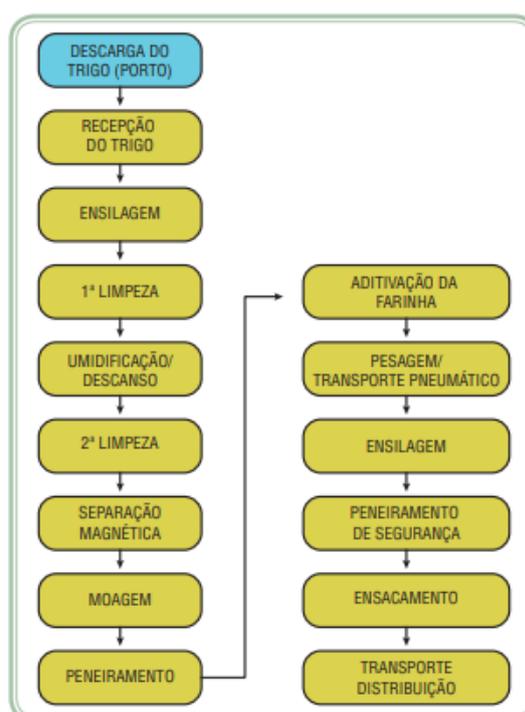
### 1.3 MOAGEM DO TRIGO

A farinha de trigo que conhecemos é o principal ingrediente dos alimentos fabricados com o trigo, ela é obtida através da moagem do grão, cujo objetivo é separar o endosperma, onde estão contidos o amido e as proteínas do trigo, do pericarpo e gérmen, os quais são comercializados separadamente (BRANDÃO, 2011).

De acordo com o objetivo e configuração do processo a extração de farinha pode ser maior ou menor, ao realizar um processo com a uma extração maior normalmente se moí o trigo mais próximo da casca o que acarreta em mais farelo presente na farinha, afetando a sua cor e nível de cinzas.

A moagem do trigo é dividida em estágios. A divisão dessas etapas se constitui desde a chegada do grão até o ensacamento da farinha. Os principais estágios da moagem estão demonstrados na Figura 1.3.

Figura 1.3: Principais estágios da moagem



Fonte: BRANDÃO, 2011.

Chegando ao moinho, o trigo passa pelo controle de qualidade, onde são realizados testes no trigo antes de descarrega-lo completamente. Normalmente são retiradas amostras do trigo e levadas ao laboratório de controle de qualidade, onde são verificados o peso hectolitro (PH), análise de impurezas e verificação da umidade do grão.

Essas análises tem como objetivo assegurar que o grão esteja dentro dos padrões de qualidade esperados e permitidos pela legislação, também verificar se o produto está contaminado por corpos estranhos ou infestado.

Após a liberação por parte do controle de qualidade o trigo então é descarregado completamente nos silos de estocagem com controle de temperatura e aeração para prevenir focos de insetos. Esses silos poderão estar próximos ao moinho ou não.

Então nos silos de armazenagem é adicionada água aos grãos, de acordo com a umidade inicial do trigo. Dependendo do moinho, a adição dessa água poderá ser manual ou automática. Após esse processo, o trigo segue para silos de descanso por 16 a 18 horas, de acordo com a variedade do grão.

Esse procedimento de umidificação facilita a separação entre a casca e o endosperma, melhorando a taxa de extração, deixa o farelo (fibra) mais elástico e resistente do que o endosperma, reduzindo a fragmentação na moagem.

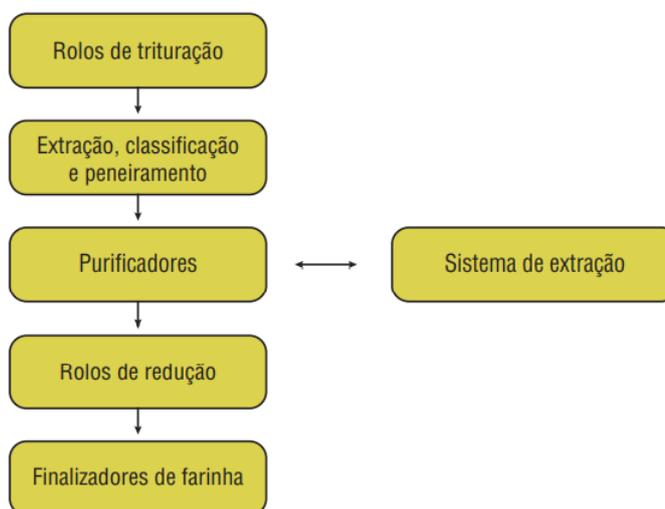
Após a primeira limpeza, o descanso e a segunda limpeza, o trigo umidificado vai para a moagem propriamente dita.

O processo moderno de moagem de farinha compreende seis estágios diferentes, demonstrados na Figura 1.4:

1. Sistema de trituração: primeiro estágio da moagem do trigo.
2. Extração, classificação e peneiramento: separação dos materiais moídos depois de cada um dos rolos de trituração.
3. Sistema de extração: remoção final do farelo do sistema, ainda que sistemas de classificação por tamanho sejam mais utilizados nas instalações mais modernas.
4. Purificadores: limpeza das semolinas (fragmentos de endosperma) mediante classificação e aspiração, removendo os fragmentos do farelo.
5. Sistemas de redução: redução da semolina em farinha.

6. Finalização da farinha: separação da farinha dos outros materiais (principalmente farelo).

Figura 1.4: Processo de moagem



Fonte: BRANDÃO, 2011.

#### 1.4 ENRIQUECIMENTO COM FERRO E ÁCIDO FÓLICO

Por ser um dos alimentos mais consumido no mundo, ficando atrás apenas do leite e seus derivados, a farinha de trigo é utilizada estrategicamente como fonte nutricional. É um alimento barato e utilizado para fabricação de massas em geral que são consumidas no dia-a-dia da população brasileira, portanto desde 2004 o enriquecimento da farinha de trigo com ferro e ácido fólico é obrigatório por lei (RDC 344/2002).

O ácido fólico, ou vitamina B9, participa do processo de multiplicação celular, mas não é produzido pelo corpo e precisa ser adquirido nos alimentos ou suplementado. Esta vitamina é extremamente importante na formação do feto durante a gravidez, sua ausência causa principalmente defeitos no tubo neural, esses defeitos são malformações que ocorrem na fase inicial do desenvolvimento fetal, levando à anencefalia e espinha bífida, portanto a suplementação com ácido fólico é essencial (SANTOS; PEREIRA, 2006).

Já o ferro é de grande utilização biológica, esta característica vem da capacidade de existir em diferentes estados de oxidação, formar muitos complexos, além de agir como um centro catalítico para diversas funções metabólicas. A anemia ferropriva é causada pela deficiência de ferro e é a mais comum de todas as anemias (CARVALHO et al., 2006).

Portando a obrigatoriedade do enriquecimento da farinha com esses componentes trata-se de uma estratégia do Ministério da Saúde para diminuição da incidência de doenças do tubo neural (má-formação durante a gestação) em bebês e prevenção da anemia (ANVISA, 2002).

A legislação estabelece quantidades mínimas e máximas e os fabricantes estão obrigados a enriquecer as farinhas de trigo e de milho com 4 a 9 miligramas de ferro para cada 100g de produto e com 140 a 220 microgramas de ácido fólico também para cada 100g de farinha. (ANVISA, 2017).

## 2 CONTROLE DE QUALIDADE

Nos últimos anos, o crescente aumento da oferta dos produtos alimentícios tem levado a um nível de exigência cada vez maior por parte dos consumidores. Atualmente os clientes não querem somente um produto que cumpra o que se espera dele, mas que este mesmo produto exceda às expectativas (COLLETO, 2012).

Quando se fala em alimentos de qualidade, no mínimo dois aspectos devem ser abordados. Os atributos do produto que atraem o consumidor a compra, como, por exemplo, as características sensoriais, como físico-químicas e reológicas, e os atributos que o consumidor considera como pré-requisitos, como, por exemplo, a ausência de perigos a sua saúde (COLLETO, 2012).

Neste sentido, observa-se um número extenso de variedades genéticas de trigo disponíveis, estas variedades provindas de diversas localidades do globo, cada uma com características distintas. A farinha proveniente do trigo por sua vez tem aplicações variadas, pode ser usada como matéria-prima para pães, bolos, massas e biscoitos, produtos esses que possuem características totalmente diferentes e, portanto, necessitam de uma matéria prima tipificada para a sua elaboração.

Uma farinha de trigo tipificada é o que Nitzke e Thys (2020) descrevem como uma farinha que se encontra dentro das especificações de um determinado produto, a fim de gerar um produto final de excelentes características organolépticas e visuais, de bom valor nutritivo e de custo competitivo.

Portanto, faz-se necessário um controle de qualidade na produção da farinha para verificar se as características do trigo e da farinha proveniente dele são adequadas para as finalidades desejadas, também para a verificação da ausência de contaminantes e infestações nocivas à saúde do consumidor.

### 3 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO GRÃO DE TRIGO

A qualidade do grão de trigo está associada a fatores como condições de cultivo, operações de colheita, secagem e armazenamento, que influenciarão diretamente sobre as características da farinha de trigo obtida (CERQUEIRA et al., 2016). As análises realizadas geralmente são em relação a sua densidade através do peso hectolitro, umidade do grão e análise de impurezas presentes.

Estas análises são realizadas através de amostras, amostragem esta realizada conforme a Instrução Normativa 38/2010 do MAPA (Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento), normalmente estas amostras são enviadas ao laboratório de controle de qualidade assim que chegam novos carregamento de trigo ao moinho.

#### 3.1 PESO HECTOLITRO (PH)

É a massa de 100 litros de trigo, daí vem o nome do parâmetro, “hecto” é um prefixo do SI (Sistema internacional de unidades) que denota um fator de  $10^2$ , ou 100.

A análise foi instituída na França no século XVII, a medida do PH (Peso hectolitro) remonta a época em que cereais eram vendidos pelo volume, portanto, uma massa maior, de mesmo volume, eventualmente conduzia um melhor rendimento de farinha (SENAI, 2015).

Ainda hoje é utilizado como medida tradicional de classificação e comercialização em vários países e expressa indiretamente atributos de qualidade de grãos, em especial dos relacionados com a moagem (GUARIENTI, 1996). A Tabela 1 relaciona o peso hectolitro a sua classificação de acordo com a densidade, trigos com PH abaixo de 70 são considerados anormais.

Tabela 1 - Classificação do trigo em função do PH

PH	Classe
50 - 70	Trigos anormais
71 - 73	Trigos leves
74 - 77	Trigos médios
78 - 80	Trigos pesados
> 80	Trigos muito pesados

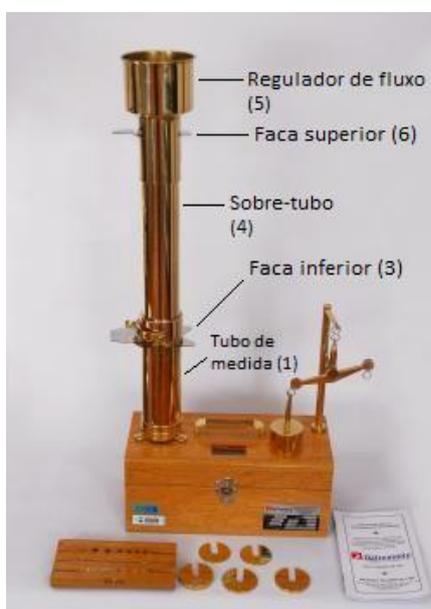
Fonte: MEDEIROS, 1997 apud SENAI, 2015.



realizar o procedimento descrito acima o equipamento estará montado conforme demonstra a Figura 3.2.

Após a montagem do equipamento deve-se acrescentar o trigo no regulador de fluxo (5) conforme demonstrado na Figura 3.3, adicionando trigo até a borda, o regulador de fluxo é o acessório responsável por uniformizar o tempo e altura de queda da amostra do grão no sobre-tubo, eliminando a interferência do operador no carregamento da balança.

Figura 3.2: Equipamento de mediação de PH montado.



Fonte: COMAG, 2020

Figura 3.3: Demonstração de dosagem do trigo no equipamento.



Fonte: COMAG, 2016

Em seguida, deve-se remover a faca superior e deixar o trigo escoar para sobre-tubo (4), após o escoamento total deve-se remover a faca inferior e aguardar que o grão escoe para o tubo de medida (1), então introduzir a faca inferior novamente no tubo de medida para cortar o excesso de trigo presente no tubo. Posteriormente descartar o excesso de trigo e remover a faca do tubo de medida que agora se encontra com exatamente o volume de 1/4 de litro (250mL) de trigo necessário para a pesagem.

Após esse procedimento deve-se medir o peso do tubo de medida com a balança mecânica presente no equipamento através do equilíbrio com o contrapeso, conforme demonstrado na Figura 3.4, adicionando os pesos auxiliares do equipamento conforme Figura 3.5, até se obter o equilíbrio perfeito. Vale ressaltar que o tubo de medida tem o volume exato de 1/4 de litro (250mL) necessário para medição, também que o contrapeso tem exatamente o peso do tubo de medida adicionado ao peso do êmbolo de vácuo, portanto, o peso adicionado até se obter o equilíbrio perfeito é apenas o peso do trigo presente no tubo de medida.

Figura 3.4: Balança mecânica em equilíbrio



Fonte: DALLEMOLLE, 2021

Figura 3.5: Pesos auxiliares



Fonte: DALLEMOLLE, 2021

Medido o peso do trigo presente no tubo de medida é feito a estimativa do peso hectolitro do trigo convertendo o peso obtido em gramas no volume de 250mL para quilogramas em 100L. Para facilitar a conversão há sempre uma tabela no laboratório de análise para se observar rapidamente o resultado do PH. A Figura 3.6 demonstra um exemplar de tabela para conversão do peso em gramas no volume de 250mL para quilogramas em 100L (Peso hectolitro).

Figura 3.6: Tabela de conversão para o peso hectolitro.

<b>Para TRIGO</b>							
<b>Equivalente a</b>		<b>Equivalente a</b>		<b>Equivalente a</b>		<b>Equivalente a</b>	
<b>Peso com balança de 1/4lt</b>	<b>Ensaio Métrico</b>	<b>Peso com balança de 1/4lt</b>	<b>Ensaio Métrico</b>	<b>Peso com balança de 1/4lt</b>	<b>Ensaio Métrico</b>	<b>Peso com balança de 1/4lt</b>	<b>Ensaio Métrico</b>
Gramas	kg em 100 litros						
168	66	181,5	72,1	195	78,15	208,5	84,25
168,5	66,25	182	72,3	195,5	78,35	209	84,5
169	66,45	182,5	72,5	196	78,6	209,5	84,7
169,5	66,7	183	72,75	196,5	78,8	210	84,95
170	66,9	183,5	72,95	197	79	210,5	85,2
170,5	67,15	184	73,2	197,5	79,25	211	85,4
171	67,35	184,5	73,4	198	79,45	211,5	85,65
171,5	67,6	185	73,65	198,5	79,7	212	85,85
172	67,8	185,5	73,85	199	79,91	212,5	86,1
172,5	68,08	186	74,1	199,5	80,15	213	86,35
173	68,25	186,5	74,3	200	80,35	213,5	86,55
173,5	68,5	187	74,55	200,5	80,6	214	86,8
174	68,7	187,5	74,75	201	80,8	214,5	87
174,5	68,95	188	75	201,5	81,05	215	87,25
175	69,15	188,5	75,2	202	81,25	215,5	87,5
175,5	69,4	189	75,45	202,5	81,5	216	87,7
176	69,6	189,5	75,65	203	81,7	216,5	87,95
176,5	69,85	190	75,9	203,5	81,95	217	88,15
177	70,05	190,5	76,1	204	82,15	217,5	88,4
177,5	70,3	191	76,35	204,5	82,4	218	88,65
178	70,5	191,5	76,55	205	82,65	218,5	88,85
178,5	70,75	192	76,8	205,5	82,9	219	89,1
179	70,95	192,5	77	206	83,1	219,5	89,3
179,5	71,2	193	77,25	206,5	83,35	220	89,55
180	71,4	193,5	77,45	207	83,55	220,5	89,9
180,5	71,65	194	77,7	207,5	83,8	221	90
181	71,85	194,5	77,9	208	84,05		

Fonte: MOTOMCO, 2008

### 3.2 UMIDADE DO TRIGO

Determinada conforme o método 44-15A (*American Association of Cereal Chemists*, 2000), por meio de medida direta em equipamentos de condutividade elétrica ou por reflectância no infravermelho próximo (NIR) (EMBRAPA, 2009), a umidade define o tempo e a temperatura adequados para se promover a secagem e o condicionamento do grão de trigo para sua transformação industrial (moagem) (EMBRAPA, 2009).

No Brasil a legislação rege a umidade do grão máxima permitida de 13%. Os limites de umidade são importantes para conservação do trigo e para se adequar o processo de moagem industrial.

Os medidores possuem registrado em sua memória diversas curvas de umidade que foram obtidas através de ensaios onde ocorre o aquecimento de uma amostra de grãos de massa conhecida, por um tempo e temperatura pré-definidos. Após o aquecimento a massa perdida é calculada obtendo-se a quantidade de água que estava presente na amostra (ALFAMARE, 2021).

A partir de vários ensaios realizados por laboratórios credenciados ao INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia) com amostras colhidas de diversas regiões de plantio, são criadas escalas de medida específicas para cada tipo de grão e essas curvas são transferidas para os equipamentos (ALFAMARE, 2021). A Figura 3.7 demonstra um exemplar de medidor de umidade portátil bastante utilizado nos laboratórios de moinhos de trigo no Brasil.

Figura 3.7: Equipamento portátil de medição de umidade de grãos



Fonte: GEHAKA, 2022

Os equipamentos de medição de umidade, tanto portátil quanto o de bancada (Método indireto não destrutivo) possuem uma câmara onde ocorre a passagem dos grãos e através de capacitômetro é medido a constante dielétrica dos grãos inserido no equipamento, essa constante é proporcional à umidade (ALFAMARE, 2021).

No início da análise deve-se selecionar o grão que se deseja medir a umidade e então efetuar a pesagem no próprio dispositivo.

O equipamento possui balança acoplada, não existe a necessidade da pesagem externa da amostra, as correções de temperatura, e peso são executadas automaticamente, sem o uso de nenhum outro recurso, nem tabelas adicionais (ALFAMARE, 2021).

Em seguida, deve-se despejar rápida e uniformemente a amostra pesada no equipamento e aguardar o resultado da análise, em cerca de quatro segundos o visor mostrará o resultado.

### **3.3 ANÁLISE DE IMPUREZAS CONTIDAS NO TRIGO**

Impurezas são determinadas segundo o regulamento técnico de identidade e qualidade do trigo, no qual são consideradas quaisquer partículas oriundas da planta de trigo, tais como cascas, fragmentos de colmo, folhas, entre outras; e matérias estranhas, todas as partículas não oriundas da planta de trigo, tais como fragmentos vegetais, sementes de outras espécies, pedra, terra, entre outras.

Para este parâmetro é considerado todo o material que não é grão de trigo, ou seja, oriundo da planta de trigo (impureza) ou não (matérias estranhas) (EMBRAPA, 2009).

O procedimento de análise de percentual de impurezas presentes no trigo consiste em homogeneizar a amostra de, no mínimo, 1 kg (um quilograma) destinada à classificação, reduzindo-a pelo processo de quarteamento até a obtenção de uma amostra de, no mínimo, 250g (duzentas e cinquenta gramas) para a determinação das matérias estranhas e impurezas, grãos danificados por insetos, grãos danificados pelo calor, mofados e ardidos, grãos chochos, triguilhos e grãos quebrados (MAPA, 2010).

Para a determinação das matérias estranhas e impurezas, peneira-se a amostra de 250g em peneira de crivos oblongos de 1,75mm x 20,00mm e o que vazar, com exceção das impurezas e matérias estranhas, serão considerados como

chochos, triguilhos e quebrados (MAPA, 2010). A Figura 3.8 apresenta um exemplo de peneira de crivos oblongos para análise de impurezas conforme determina a norma nacional.

A legislação através da instrução normativa MAPA nº 38 de 30/12/2010 estabelece um limite máximo de impurezas presentes no trigo avaliado, esses limites estão demonstrados nas Tabelas 2 e 3. O trigo do Grupo I (destinado diretamente à alimentação humana) ou do Grupo II (destinado à moagem e a outras finalidades) considerado como fora de tipo não poderá ser comercializado como se apresenta, podendo ser rebeneficiado para efeito de enquadramento em tipo (MAPA, 2010).

Também será desclassificado e considerado impróprio para o consumo humano, com a comercialização vedada, o trigo que apresentar uma ou mais das situações indicadas a seguir:

- I - Aspecto generalizado de mofo ou fermentação;
- II - Mau estado de conservação;
- III - Odor estranho, impróprio ao produto que inviabilize a sua utilização para o uso proposto;
- IV - Presença de insetos vivos ou mortos no trigo do Grupo I;
- V - Presença de sementes tóxicas, sementes tratadas ou com toxicidade desconhecida;
- VI - Percentual do total dos defeitos danificados pelo calor, mofados e ardidos, acima de 5% (cinco por cento), para o trigo do Grupo I;
- VII - Percentual do total dos defeitos danificados pelo calor, mofados e ardidos, acima de 10% (dez por cento), para o trigo do Grupo II; e
- VIII - Percentual de matérias estranhas e impurezas e de defeitos acima do estabelecido para Fora de Tipo para o trigo do Grupo I.

Tabela 2: Tipos do trigo do Grupo I destinado diretamente à alimentação humana - Limites máximos de tolerância expresso em %/peso

Tipos	Matérias Estranhas e Impurezas	Danificados por Insetos	Danificados pelo Calor, Mofados e Ardidos	Chochos, Triguilhos e Quebrados
1	0,3	0,3	0,1	0,75
2	0,5	0,7	0,2	1,5
3	0,7	1	0,5	2,5
Fora de Tipo	1,50	2,00	1,00	5,00

Fonte: MAPA, 2010

Tabela 3: Tipos do trigo do Grupo II destinado à moagem e a outras finalidades, Limites máximos de tolerância expresso em %/peso

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	0,5	0,5	1,5	2
2	75	1,5	1	1	2,5	3,5
3	72	2	2	2	5	7
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: MAPA, 2010

Figura 3.8: Peneira de crivos oblongos para análise de impurezas.



Fonte: AUTOR, 2021

## 4 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA FARINHA DE TRIGO

A verificação da qualidade tecnológica/industrial da farinha de trigo é realizada normalmente através da análise das características físico-químicas, tais como umidade, cinzas, teor de glúten, cor e número de queda ou *falling number* (MIRALBÉS, 2004 apud SILVA, 2015).

Quando a farinha é misturada com a água forma-se a massa. Na massa os componentes da farinha sofrem alterações em suas propriedades mecânicas e plásticas, nesta fase são realizadas análises reológicas, as principais análises reológicas são farinografia, extensografia e alveografia (ICTA, 2013 apud SILVA, 2015).

### 4.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

As características físico-químicas da farinha de trigo são as primeiras a serem avaliadas pelo cliente ao observar o produto, algumas destas características são perceptíveis ao primeiro contato, como cor e umidade, outras como índice de glúten, número de queda ou *falling number* e teor de cinzas não são perceptíveis, no entanto, para todas essas características é necessária a quantificação exata para se ter informações precisas e avaliar a qualidade industrial do produto. Com o objetivo de quantificar informações destas características é que são realizadas as análises físico-químicas da farinha.

#### 4.1.1 TEOR DE UMIDADE

A umidade da farinha de trigo indica o percentual de água livre encontrado em uma dada amostra em seu estado original. A água livre é aquela que permite a dissolução dos componentes dos alimentos e favorece as reações químicas e enzimáticas e também aumenta o crescimento microbiano (SENAI, 2015).

O teor de umidade é o principal fator que governa a conservação da qualidade da farinha durante a estocagem, influenciando diretamente no tempo de conservação do produto em prateleira ou armazém. Segundo a legislação brasileira vigente, através do regulamento técnico de identidade e qualidade da farinha de trigo, o teor máximo permitido de umidade na farinha de trigo é de 15%. A estocagem ideal seria em torno

de 12,5% a 14,0% de umidade, visto que as farinhas com umidade acima de 14% têm a tendência a formar grumos.

O método oficial da AACC (*American Association of Cereal Chemists*) consiste na utilização de estufa para o aquecimento de amostras de farinha de trigo previamente pesadas, a temperatura na estufa deve ser constante a 130°C por uma hora. Após o tempo determinado, as amostras de farinha devem ser retiradas da estufa e resfriadas a temperatura ambiente, então pesadas. A quantidade de umidade presente nas amostras é obtida por diferença de peso entre a amostra antes e depois da estufa, a água presente na farinha evapora devido à alta temperatura.

A umidade presente na amostra de farinha de trigo é calculada através da fórmula demonstrada na Figura 4.1.

Figura 4.1: Fórmula para obtenção da umidade

$$Umidade = 100 - \left( \frac{PesoFinal}{PesoInicial} \times 100 \right)$$

Fonte: GEHAKA, 2015

Constantemente um laboratório de análises em um moinho de trigo recebe amostras da produção onde a demanda de resultados rápidos é grande. Devido ao tempo de análise relativamente longo do método oficial em estufa, nos laboratórios de controle de qualidade é frequente a utilização de outros métodos mais rápidos, o que facilita a dinâmica de resultados.

Um exemplo desses métodos é utilização de aparelhos analisadores de umidade por infravermelho, um exemplo de equipamento é demonstrado na Figura 4.2. Pesa-se uma quantidade >3g de farinha dentro do equipamento, já pré-aquecido, a amostra recebe raios infravermelhos aquecendo a mesma e fazendo com que a água evapore. Ao término do tempo predeterminado (Cerca de cinco minutos) o aparelho indica a porcentagem de água evaporada, através da diferença de peso.

Figura 4.2: Analisador de umidade por infravermelho



Fonte: GEHAKA, 2015

#### 4.1.2 ANÁLISE DE COR DA FARINHA

A cor da farinha é um aspecto ao qual o consumidor dá bastante importância, preferindo as farinhas mais brancas, embora nem sempre a mais branca seja a de melhor qualidade. Este aspecto depende de vários fatores, alguns são intrínsecos ao tipo de trigo e se transmite a farinha como o teor de pigmentos. Um dos fatores que influencia a coloração da farinha é o seu teor de farelo (ZARDO, 2010).

A cor da farinha muitas vezes afeta a cor do produto acabado e, portanto, é uma das muitas especificações exigidas pelos clientes, de modo que a análise de cor é uma das exigências das empresas para a liberação de cargas (ZARDO, 2010).

A análise realizada laboratorialmente é a colorimetria, através de um equipamento chamado colorímetro (Equipamento demonstrado na figura 4.3), esta análise define a cor da amostra, em termos numéricos, através da refletância.

Na análise, são obtidos os dados de luminosidade ( $L^*$ ) e das coordenadas de cromaticidade  $a^*$  e  $b^*$ . A luminosidade ( $L^*$ ) possui escala de zero (preto) a 100 (branco). Ou seja, quanto mais próximo de 100, mais branca é a farinha. A coordenada de cromaticidade  $a^*$  varia de  $a^*$  positivo (tendência da cor para a tonalidade vermelha) até  $a^*$  negativo (tendência da cor para a tonalidade verde). Por fim, a coordenada de cromaticidade  $b^*$  varia de  $b^*$  positivo (tendência da cor para a tonalidade amarela) até

$b^*$  negativo (tendência da cor para a tonalidade azul) (ABITRIGO, 2021). O gráfico de cores no qual os resultados se baseiam está demonstrado na Figura 4.4.

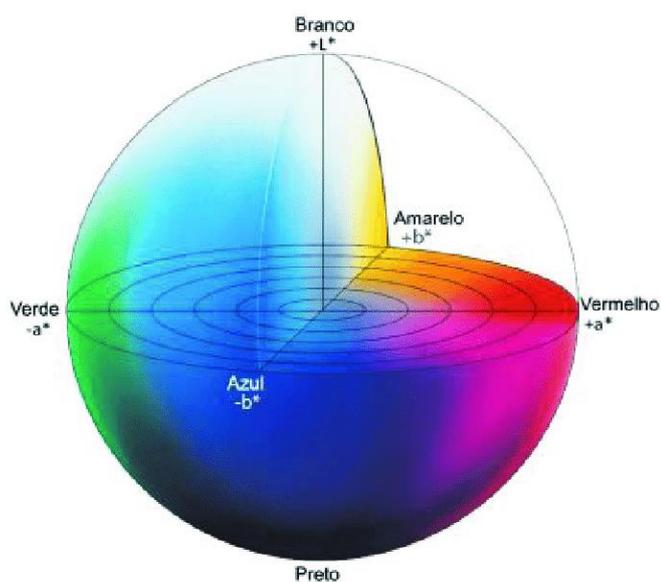
No que tange a cor da farinha de trigo os dados mais importantes são em relação a  $L^*$  que nos diz o quão próximo ao branco absoluto a farinha está e a coordenada  $b^*$  que pode nos informar a tonalidade amarelada da farinha.

Figura 4.3: Colorímetro



Fonte: KONICA MINOLTA, 2015

Figura 4.4: Gráfico de cores



Fonte: KONICA MINOLTA, 2015

### 4.1.3 MÉTODO DE PEKAR

O método pekar é um dos métodos mais antigos utilizados para determinar a qualidade da farinha de trigo, mesmo sendo bastante rudimentar é extremamente importante e utilizado até hoje nos moinhos para indicar problemas ocasionados por rupturas em telas de peneiramento na moagem por exemplo.

Este método consiste na preparação de uma lâmina de farinha, a qual é imersa em água e posteriormente seca. A água e o local de imersão da farinha devem estar livres de impurezas. Com esse método, é realizada a avaliação visual da cor e a verificação da presença de pintas de farelo ou outras extrações. O teste também é utilizado para avaliar a oxidação enzimática da farinha (escurecimento) (ABITRIGO, 2022).

A Figuras 4.5 demonstra três amostras de farinha recém imersas em água para análise, já a Figura 4.6 demonstra as mesmas amostras após decorridos alguns minutos, ocorreu a secagem das amostras e o escurecimento aparente.

O método de pekar também serve para a verificação do padrão de cor e aspecto visual das farinhas, que podem ser alterados mediante as trocas de matéria-prima (variedade de trigo utilizada na moagem) e/ou mudanças no processo de preparo e extração do trigo. Essa análise requer correlação com colorimetria e cinzas (ABITRIGO, 2022).

Figura 4.5: Lâminas de farinha recém imersas em água



Fonte: ABITRIGO, 2022

Figura 4.6: Lâminas de farinha após decorridos alguns minutos



Fonte: ABITRIGO, 2022

#### 4.1.4 ANÁLISE DE GLÚTEN

O glúten é um conglomerado de proteínas, essencialmente gliadina e glutenina, ambas são insolúveis em água, está presente em alguns cereais, como trigo, cevada e centeio sendo responsável pela elasticidade, viscosidade e porosidade de massas alimentícias como o pão.

A palavra glúten tem origem no latim, significa cola, o que pode ser explicado porque o glúten é uma substância viscosa. Outras palavras que utilizamos no nosso dia a dia que tem mesma origem corroboram com esse significado como aglutinar que significa fazer aderir ou ligar-se fortemente.

O interesse do glúten no processo de panificação está ligado, basicamente, à sua capacidade de dar extensibilidade e consistência à massa, além de reter gás carbônico proveniente da fermentação, promovendo o aumento de volume desejado (ZARDO, 2010).

As proteínas gliadina e glutenina estão presentes no endosperma do trigo juntamente com o amido, após a moagem do trigo essas proteínas continuam presentes na composição da farinha, porém o glúten ainda não está formado.

Ao realizar a adição de água à farinha de trigo e sovar a massa é que as proteínas começam a formar a rede de glúten. Sendo assim, o glúten é formado no momento em que ocorre a hidratação das proteínas e realizada atividade mecânica na confecção de massas, conforme esquematizado na Figura 4.7. A estrutura química do glúten está representada na figura 4.8.



Portanto, quantificar o teor de glúten de determinada farinha de trigo é uma das análises mais importantes no controle de qualidade industrial.

Para realizar a determinação do teor de glúten é utilizado um conjunto de aparelhos chamado sistema glutomatic (Figura 4.9), composto pelo equipamento principal (1), centrífuga (2) e o glotork (3).

Figura 4.9: Sistema glutomatic



Fonte: PERTEN INSTUMENTS, 2015

Para a realização desta análise, primeiramente são pesadas 10g da amostra (farinha de trigo) as quais são colocados dentro do copo do equipamento. A seguir, são adicionados cerca de 4,8mL de solução salina 2%. Após a adição da solução, o copo é acoplado ao aparelho onde é realizada uma ação mecânica começando, então, a lavagem da massa formada, como o glúten é insolúvel em água somente o amido presente no bolo de massa é lavado e removido permanecendo então no copo do equipamento essencialmente o glúten.

Terminada esta lavagem, o glúten terá uma textura pegajosa e fibrosa. Então a essa massa pegajosa é colocado na centrífuga (2) para que se escoe o excesso de água. Durante a centrifugação da massa, ocorrerá a separação do glúten úmido e do retido. Estas duas partes são retiradas do aparelho e pesadas.

Para calcular o percentual de glúten úmido é realizado o seguinte cálculo.

$$\% \text{ Glúten úmido} = (\text{Peso em gramas do glúten úmido} + \text{Retido}) \times 10$$

O retido é o que passa pelos poros do sistema de centrifugação, portanto na verdade não é glúten propriamente dito, aquilo que não passa pelos poros é o

chamado glúten úmido, onde estão as proteínas formadoras da rede e água nos interstícios da rede.

Portanto, já que nem tudo que estava presente na massa é glúten propriamente dito é realizado o cálculo do índice de glúten.

$$\text{Índice de glúten} = \frac{\text{Peso em gramas retido} \times 100}{\text{Peso em gramas glúten úmido.}}$$

Esse índice nos diz o quanto do glúten úmido é realmente glúten.

As porções de glúten retiradas da centrífuga vão para o Glutork (3), espécie de torradeira acoplada ao glutomatic. Passados alguns segundos, o mesmo é retirado da torradeira e pesado, obtendo-se assim, o resultado do glúten seco (glúten sem a água, somente as proteínas). A porcentagem de glúten seco é calculada da seguinte forma:

$$\% \text{ Glúten seco} = \text{Peso em gramas do glúten seco} \times 10$$

#### 4.1.5 ANÁLISE DE CINZAS

A análise de cinzas é o principal parâmetro de identidade dos tipos de farinhas produzidas comercialmente no Brasil. Estas cinzas são compostos não-combustíveis, matéria inorgânica, que se concentram principalmente nas camadas mais externas do grão, como a casca.

Quando uma amostra é incinerada na mufla, ocorre a queima de todos os materiais orgânicos (amido, proteína e óleo) se transformando em CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O e NO<sub>2</sub>, deixando apenas as cinzas que são as impurezas inorgânicas presentes na farinha (ZARDO, 2010).

Geralmente quanto maior o grau de extração da moagem, maior o teor de cinzas, visto que a extração foi feita mais próxima à casca do grão, ou seja, maior a quantidade de farelo presente na farinha.

No momento em que se destina a farinha para a produção de algum de seus derivados, deve-se ter cuidado com o teor de cinzas, pois existem alguns produtos especiais que requerem farinhas claras para a sua produção, sendo assim, o teor de cinzas também deve ser baixo (ZARDO, 2010).

Segundo o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade da Farinha de Trigo, a farinha pode ser classificada em tipo 1, tipo 2 ou integral de acordo com o seu

teor de cinzas. O limite máximo de teor de cinzas presentes na farinha consta na tabela 4.

Um exemplo da destinação da farinha é o fato de que as destinadas a panificação geralmente são farinhas do tipo 1, enquanto farinhas destinadas a confecção de biscoitos geralmente são farinhas do tipo 2 que tem um teor de cinzas maior.

Tabela 4: Classificação da farinha de acordo com o teor de cinzas

<b>Tipos</b>	<b>Teor de Cinzas (% máxima)</b>
Tipo 1	0,80%
Tipo 2	1,40%
Integral	2,50%

Fonte: Regulamento técnico de Identidade e Qualidade da Farinha de Trigo

O método de análise consiste na pesagem de aproximadamente 5g de farinha em cadinhos de porcelana, com uma margem de erro de no máximo 0,002g, os cadinhos devem estar previamente limpos, secos e tarados. As amostras devem estar no mínimo em duplicata para a análise.

Essas amostras são levadas à mufla (Figura 4.10) que está a uma temperatura de 550°C, a mufla deve continuar aberta até que a combustão da matéria orgânica ocorra, apagada a chama a mufla é fechada com a finalidade de incinerar o conteúdo. O tempo de incineração da farinha é de 3h 30min.

Após a incineração total, ou seja, quando não houver mais nenhum resíduo orgânicos dentro dos cadinhos, estes são retirados da mufla e deixados por 15 – 20 minutos em estufa à 130°C para que sua temperatura baixe.

Logo após, são colocados em dessecador até atingirem a temperatura ambiente. E efetua-se a pesagem na sequência, obtendo-se os resultados em porcentagem de cinzas.

Figura 4.10: Mufla



Fonte: RANGEL, 2013

O cálculo do percentual de cinzas presentes utiliza o peso do cadinho de porcelana previamente anotado antes da pesagem da farinha e o valor do cadinho após a incineração da amostra, portanto, o valor do peso do cadinho após a incineração na mufla menos o peso do mesmo antes da análise é o peso das cinzas presentes na amostra.

Sabendo o peso das cinzas utiliza-se a fórmula disponível na Figura 4.11:

Figura 4.11: Fórmula para percentual de cinzas

$$\text{Cinzas (\% Base úmida)} = \frac{(PF - PCd) \times 100}{PA} = Y$$

$$\text{Cinzas (\% Base seca)} = \frac{Y \times 100}{100\% - \text{Umidade}}$$

Fonte: MAPA, 2013

Onde, PF = Peso final (cadinho com amostra após secagem) em “g”; PCd = Peso do cadinho (vazio) em “g”; PA = Peso da amostra em “g”; Y = Resultado de cinzas na base úmida. O resultado de cinzas é expresso em (%).

A limpeza dos cadinhos é feita de maneira em que os mesmos sejam mergulhados em solução de ácido clorídrico, onde ficarão de 12 à 18h, após é feito o enxágue com posterior aquecimento em estufa à 130°C até o momento do uso.

#### **4.1.6 FALLING NUMBER (NÚMERO DE QUEDA)**

O trigo contém dois tipos de enzimas amilásicas: alfa ( $\alpha$ ) e beta ( $\beta$ ) amilase. A ação conjunta dessas duas amilases no amido resulta em sua degradação (SENAI, 2015). A  $\alpha$ -amilase hidrolisa o amido presente na farinha de trigo, transformando assim a amilose e a amilopectina em dextrinas que serão posteriormente hidrolisadas pela  $\beta$ -amilase, resultando em moléculas de maltose.

A maltose é o açúcar utilizado pelos microrganismos responsáveis pela fermentação do pão, por isso as amilases melhoram as características do pão (ZARDO, 2010).

O teste de *Falling Number* foi desenvolvido no final da década de 1950 por Sven Hagberg, consiste na avaliação da atividade de  $\alpha$ -amilase pelo aparelho de hagberg. Esse teste ocorre de acordo com o método 56 – 81 B da AACC e o resultado é expresso em segundos (EMBRAPA, 2009).

Para determinação do número de queda, verifica-se a umidade da farinha para determinar a quantidade de amostra que será empregada no teste, o que é realizado com o auxílio de uma tabela (Figura 4.12) que faz a correção da umidade fornecendo a massa a ser pesada. A umidade ideal é em torno de 14% o que segundo a tabela acarreta em uma amostra de exatamente 7g.

Figura 4.12: Tabela para correção de umidade *falling number*

FALLING NUMBER			
Teor em água (%)	Amostra (g)	Teor em água (%)	Amostra (g)
8,0	6,54	13,0	6,92
8,2	6,56	13,2	6,94
8,4	6,57	13,4	6,95
8,6	6,59	13,6	6,97
8,8	6,60	13,8	6,98
9,0	6,62	14,0	7,00
9,2	6,63	14,2	7,02
9,4	6,64	14,4	7,03
9,6	6,66	14,6	7,04
9,8	6,67	14,8	7,07
10,0	6,69	15,0	7,08
10,2	6,70	15,2	7,10
10,4	6,72	15,4	7,12
10,6	6,73	15,6	7,13
10,8	6,75	15,8	7,15
11,0	6,76	16,0	7,17
11,2	6,78	16,2	7,18
11,4	6,80	16,4	7,20
11,6	6,81	16,6	7,22
11,8	6,83	16,8	7,24
12,0	6,84	17,0	7,25
12,2	6,86	17,2	7,27
12,4	6,87	17,4	7,29
12,6	6,89	17,6	7,31
12,8	6,90	17,8	7,32

Fonte: GERMANI, BENASSI; CARVALHO, 1997 apud SENAI, 2015

Estas 7 gramas são colocadas em um tubo de vidro específico do aparelho (Figura 4.12) e adicionados 25mL de água destilada, fechando a abertura do tubo com uma rolha e agitando manualmente cerca de 30 vezes a água misturada com a farinha até que se forme uma pasta. Equipamentos mais modernos já contam com a agitação automática.

Após a agitação retira-se a rolha e insere-se a haste do equipamento (Figura 4.13), deve ser colocada dentro do tubo de vidro limpando as paredes o máximo possível, o tubo é então mergulhado no local adequado do equipamento (Figura 4.14) onde está presente o banho de água fervente, esta água a temperatura de ebulição, exatamente a 100°C.

Figura 4.13: Tubo e haste do equipamento



Fonte: INSBAL, 2021

Figura 4.14: Equipamento de *falling number*

Fonte: PERTEN, 2014

O equipamento realiza a homogeneização da pasta através da agitação da haste no tubo por alguns segundos e posteriormente cessa a agitação com a haste na posição superior. A haste fica em suspensão, então vai descendo até o final do tubo naturalmente.

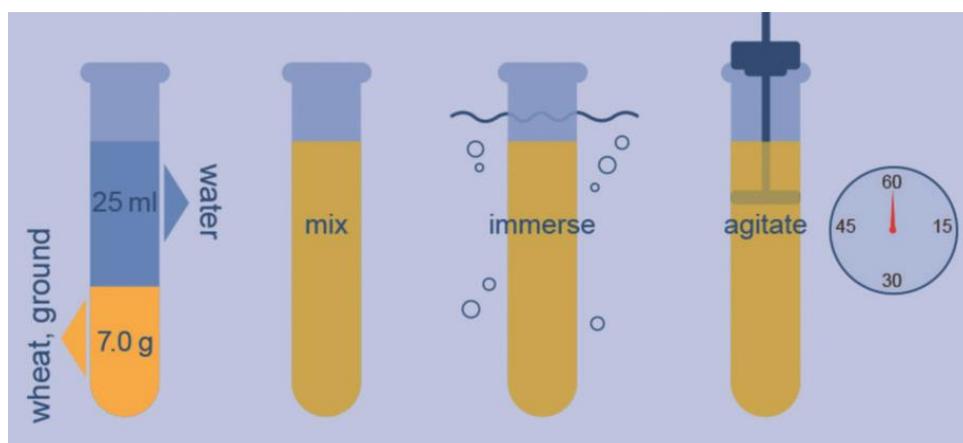
A esta temperatura a farinha imersa em água destilada e agitada para homogeneização formará uma pasta viscosa por conta da gelatinização do amido. Esta gelatina formada é degradada pela ação da  $\alpha$ -amilase presente na farinha, portanto a enzima degrada o amido gelatinizado liquefazendo a amostra. Quanto maior for a presença de  $\alpha$ -amilase na farinha mais rápido a gelatina formada é degradada e a haste do equipamento desce da posição superior até o final do tubo.

O *falling number* consiste na quantificação da atividade enzimática de  $\alpha$ -amilase através do tempo em segundos levado para a descida da haste de agitação até o final do tubo com a liquefação da amostra pela enzima.

Após a descida total da haste no tubo o equipamento gera um sinal sonoro e pausa o tempo em segundos mostrado no visor, este tempo é o número de queda. Considera-se num padrão de boa qualidade resultados entre 250 e 300 segundos.

Um resumo da metodologia é demonstrado na Figura 4.15.

Figura 4.15: Passo a passo do método de *falling number*

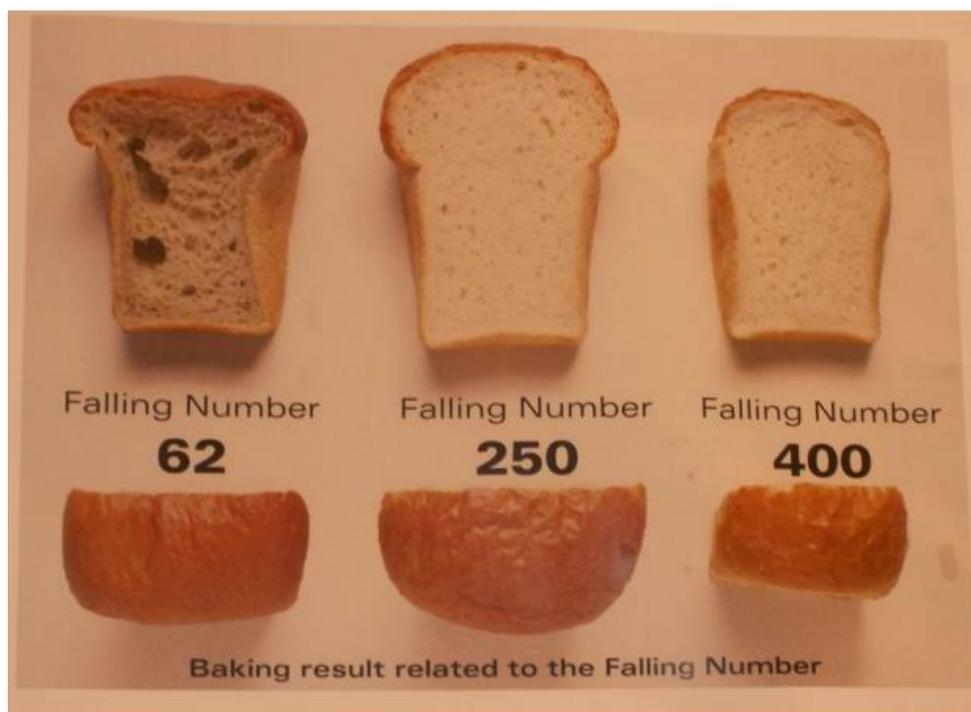


Fonte: PRATT, 2014

A atividade da  $\alpha$ -amilase afeta diretamente o resultado do produto final, um valor acima dos parâmetros (Acima de 350) indica baixa atividade da  $\alpha$ -amilase implica em uma massa com baixo volume após a fermentação visto que não houve conversão suficiente do amido em maltose. No entanto um valor de número de queda abaixo do ideal (Abaixo de 250) que indica uma atividade alta de  $\alpha$ -amilase também não é desejável, significa que muito açúcar e pouco amido estão presentes. Os resultados de atividade em demasia tornam a massa pegajosa durante o processamento e definem uma textura pobre no produto acabado. Uma amostra da

influência da atividade da  $\alpha$ -amilase na massa do produto final está demonstrada nas Figuras 4.16 e 4.17.

Figura 4.16: Influência da atividade de alfa-amilase na qualidade do pão



Fonte: MENEURIE MILANAISE, 2011 apud SILVA, 2015

Figura 4.17: Influência do número de queda na qualidade do pão

Valor <i>Falling Number</i>	Atividade da alfa-amilase	Performance em panificação
Inferior a 150 segundos	Alta	Pão pesado, com baixo volume e miolo úmido e pegajoso.
Entre 250 e 300 segundos	Ótima	Pão com bom volume e miolo de boa textura
Superior a 300 segundos	Baixa	Pão com volume reduzido e miolo seco

Fonte: VALCARCEL, 1998 apud SENAI, 2015

## 4.2 ANÁLISES REOLÓGICAS

A Reologia é definida como a ciência que estuda a deformação e o escoamento de corpos sólidos ou fluídos (gases ou líquidos) sob a influência de uma força ou

tensão. É um ramo da física que estuda a viscosidade, a plasticidade, a elasticidade e o escoamento da matéria em geral. (SEAERJ, 2017).

No que tange a massa da farinha de trigo reologia seria o estudo das características físicas da massa como plasticidade, extensibilidade e resistência à sovagem por exemplo.

#### **4.2.1 FARINOGRAFIA**

A análise de farinografia mede a resistência da massa à mistura durante sucessivos estágios do seu desenvolvimento (SENAI, 2015). Sob condições de velocidade e temperatura constantes ocorre esta mistura determinando características do glúten e da massa formada. A curva resultante é chamada de farinograma, na qual são obtidos os parâmetros relacionados à qualidade tecnológica da farinha de trigo (ABITRIGO, 2022).

O equipamento utilizado para a análise é o farinógrafo (Figura 4.18), o aparelho consiste numa massadeira, onde coloca-se 300g de amostra de farinha com 14% de umidade. Através de uma bureta acoplada ao aparelho, adiciona-se água destilada até formação da massa. Um dinamômetro mede a força requerida para a mistura da amostra.

A gráfico do farinograma (Figura 4.19) possui graduações em unidades faringráficas (U.F), o objetivo da análise é produzir uma curva centralizada em 500 U.F (linha vermelha no centro) no ponto máximo, dificilmente este objetivo é alcançado na primeira análise em uma farinha desconhecida, portando devem ser feitas análises subsequentes corrigindo o percentual de absorção de água até que se obtenha um gráfico satisfatório.

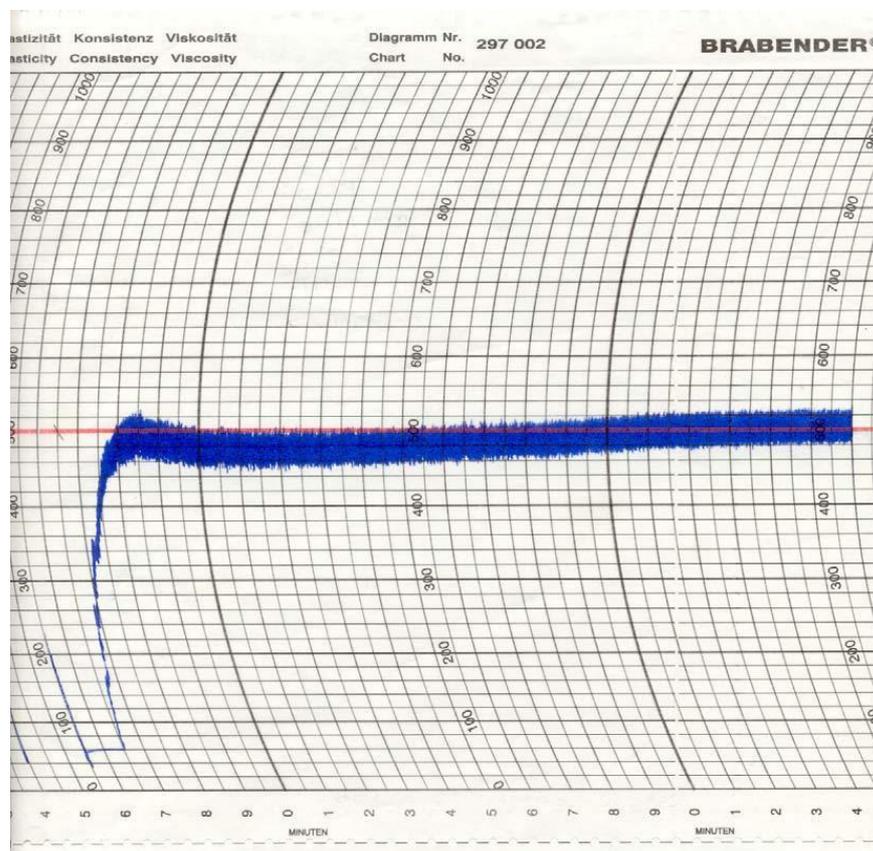
Como guia para uma correção preliminar dos valores de titulação, pode ser admitido que a diferença entre cada 2 linhas horizontais (20 UF) corresponde, aproximadamente, a 0,6 – 0,8% de absorção sobre a quantidade de água adicionada (SENAI, 2015).

Figura 4.18: Farinógrafo



Fonte: AUTOR, 2021

Figura 4.19: Farinograma



Fonte: ABRITRIGO, 2022

Todos os parâmetros e resultados podem ser consultados através do gráfico do farinograma (Figura 4.20), exceto a absorção de água que deve ser consultada na bureta de titulação. Esses parâmetros são:

Figura 4.20: Parâmetros do farinograma

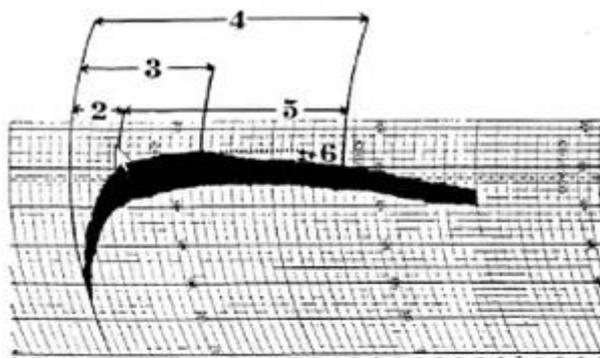


Figura 11. Farinograma com indicação dos principais parâmetros:

- (1) absorção de água;
- (2) tempo de chegada;
- (3) tempo de desenvolvimento;
- (4) tempo de saída;
- (5) estabilidade;
- (6) índice de tolerância à mistura.

Fonte: SENAI, 2015

**1. Absorção de água:** A absorção de água é definida como a quantidade de água requerida (mL/100g de farinha) para que a massa atinja a consistência ótima de 500 U.F. no ponto máximo (o centro da banda deve coincidir com a linha de 500 U.F. no pico da curva). A absorção de água deverá ser corrigida para a base de 14% de umidade.

**2. Tempo de chegada:** O tempo de chegada é o tempo, em minutos, requerido para que o topo da banda alcance a linha de 500 U.F. a partir do início da adição da água. O tempo de chegada é uma medida da velocidade de absorção da água. Em geral, quanto maior o conteúdo de proteína e a granulometria da farinha, maior é o tempo de chegada.

**3. Tempo de desenvolvimento:** O tempo de desenvolvimento ou o tempo de pico é o tempo, em minutos, requerido para que a curva atinja o ponto máximo, a partir do início da adição de água. Ocasionalmente, 2 picos podem ser observados. Neste caso, o segundo pico deve ser tomado como ponto de desenvolvimento da massa, Só existe segundo pico se este apresentar consistência (altura) igual ou superior ao primeiro.

**4. Tempo de saída:** O tempo de saída é o tempo, em minutos, requerido para que o topo da banda deixe a linha de 500 U.F., a partir do início da adição de água.

**5. Estabilidade:** A estabilidade é o intervalo de tempo, em minutos, no qual o topo da banda permanece acima da linha de 500 U.F. Corresponde à diferença entre tempo de saída e tempo de chegada.

**6. Índice de tolerância à mistura (I.T.M.):** O índice de tolerância à mistura é a diferença de consistência da massa (em U.F.) entre o topo da banda no ponto máximo e o topo da banda 5 minutos após o ponto máximo ter sido atingido. Quanto maior o I.T.M., menor é a tolerância da farinha à mistura.

#### 4.2.2 EXTENSOGRAFIA

A extensografia é utilizada para estimar as propriedades de alongamento da massa, em particular a resistência à extensão e extensibilidade, fornecendo informações sobre o comportamento do cozimento da massa (ABITRIGO, 2022).

Neste método, é preparada uma amostra de 150g de massa no farinógrafo, a qual é boleada e modelada em dispositivos do próprio extensógrafo e, em seguida, levada para a sua cabine de fermentação. Após 45 minutos, a massa que esteve na cabine de fermentação é esticada pelo gancho do aparelho até o rompimento (Figura 4.22) (ABITRIGO, 2022).

A força necessária para esticar a massa é transmitida por um sistema que a registra, traçando a curva no gráfico, este graduado em U.E (unidades extensográficas) (ABITRIGO, 2022).

As características das curvas obtidas, chamadas de extensogramas, nos permitem avaliar diferentes propriedades viscoelásticas da massa. Esse processo é repetido em duplicata e em três tempos de 45 minutos cada. Assim como a farinografia, a extensografia varia de acordo com o tipo de trigo analisado, seja com baixo ou com alto teor de proteína (ABITRIGO, 2022).

O extensógrafo é demonstrado na Figura 4.21, o equipamento gera o gráfico do extensograma demonstrado na Figura 4.23.

Figura 4.21: Extensógrafo



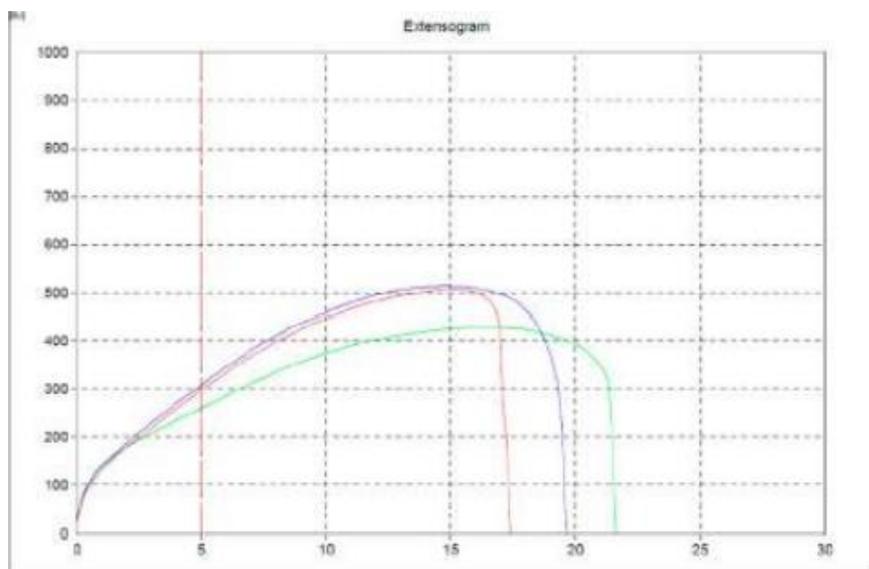
Fonte: ABITRIGO, 2022

Figura 4.22: Gancho do equipamento esticando a massa



Fonte: BRANDÃO, 2011

Figura 4.23: Extensograma



Fonte: ABRITRIGO, 2022

Os principais parâmetros avaliados pela extensografia são:

**Energia (A):** É a área total da curva dada em  $\text{cm}^2$ . É medida usando-se um aparelho chamado planímetro, que mede a área da curva. Quanto maior é a área, maior é a energia exercida e maior é a força da massa, portanto, mais forte será a farinha.

**Resistência a Extensão (R):** É o valor expresso em unidades extensográficas (U.E.) obtido no ponto mais alto da curva a 50mm, depois que a curva foi iniciada. É a altura do extensógrafo. Em termos práticos é o indicativo da capacidade da massa de reter o gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ), formado durante a fermentação. Esta característica está relacionada com a proteína glutenina, que possui alto peso molecular e tende a formar ligações dissulfídicas intermoleculares e intramoleculares.

**Resistência Máxima (RM):** É o valor em U.E., obtido no ponto mais alto da curva.

**Extensibilidade:** É um valor expresso em mm, obtido através da medida do comprimento do extensograma desde o início até o fim da curva. A extensibilidade da massa nos mostra o quanto ela consegue se esticar, sem se romper. Esta propriedade está relacionada com a proteína gliadina, que possui baixo peso molecular, e tende a formar ligações dissulfídicas intramoleculares.

**Número Proporcional (R/E):** Este número representa a relação entre a resistência à extensão e a extensibilidade. Indica a força em U.E (Unidades

extensográficas) necessária para esticar a massa. Na prática, este valor é um indicativo do comportamento da massa, isto é, se o número for pequeno, maior é a tendência da massa em esticar sem romper e, se o número for grande, maior a tendência da massa em se esticar e voltar ao seu estado original.

### 4.2.3 ALVEOGRAFIA

A análise de alveografia é uma das técnicas reológicas mais usadas para avaliar a qualidade das farinhas. O teste analisa as propriedades viscoelásticas da massa e reproduz seu comportamento durante a fermentação. A partir dos resultados, pode-se destinar a farinha ao seu devido uso (ABITRIGO, 2022).

Este método é particularmente utilizado em países da Europa para avaliar a qualidade da farinha de trigo (SENAI, 2015). A análise é realizada em um equipamento chamado alveógrafo (Figura 4.24).

O método consiste em preparar uma massa com farinha de trigo e solução de cloreto de sódio, considerando a absorção padrão de água de 56% e tendo todo o procedimento de mistura e preparo de massa padronizado (NITZKE, 2020). Com a massa é feito um pequeno disco de circunferência e espessura uniformes e então a massa é inflada sobre pressão constante até a sua ruptura, gerando o gráfico do alveograma, o processo de inflar a massa é demonstrado na Figura 4.25.

Através do alveograma (Figura 4.26), será possível determinar as propriedades reológicas da farinha de trigo, tais como a tenacidade ou resistência (P), força de glúten (W) e extensibilidade (L). De acordo com a aplicação industrial requerida, os parâmetros acima devem seguir as especificações técnicas (ABITRIGO, 2022).

Figura 4.24: Alveógrafo



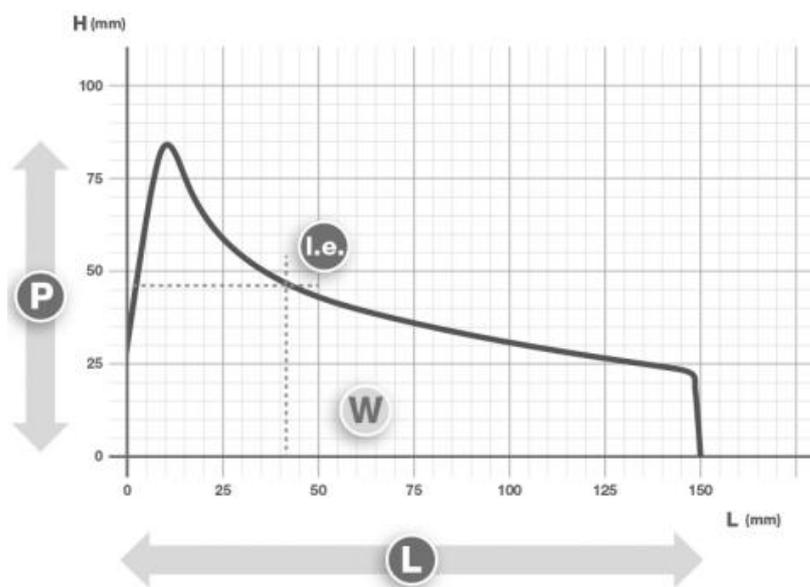
Fonte: ALVAREZ, 2001

Figura 4.25: Formação da bola de ar com a massa



Fonte: ALVAREZ, 2001

Figura 4.26: Alveograma



Fonte: ABITRIGO, 2022

A força de glúten ( $W$ ) é dada pela relação tenacidade por extensibilidade ( $P/L$ ) da massa. Essa relação está intrinsecamente ligada à qualidade das proteínas presentes no grão de trigo, principalmente das formadoras do glúten (ABITRIGO, 2022).

Com a análise de alveografia, é possível definir a compra da matéria-prima adequada para cada produto, como pães, biscoitos e massas. A indústria de pães, por exemplo, busca farinhas fortes com W entre 270 a 350 e um P/L equilibrado, ideal para o melhor desenvolvimento do pão. Já o mercado de massas busca alto W e um elevado P/L. Enquanto isso, a indústria de biscoitos busca valores menores, tanto de W, quanto de P/L (ABITRIGO, 2022).

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Alagoas sempre foi um dos estados mais importantes para a produção de farinha de trigo nacional, tendo em seus domínios grandes moinhos como o Motrisa e J.Macêdo (Moinho Nordeste), atualmente temos em atividade o Moinho Centro Norte. Muitos estudantes da Universidade Federal de Alagoas irão estagiar e até mesmo ingressar no mercado de trabalho nesse setor.

Este trabalho de conclusão de curso pode contribuir para melhoria na qualidade dos estágios de futuros estudantes, preparando-os para o que irão encontrar no mercado de trabalho, pode permitir ao estudante escolher o estágio sabendo o que acontece no controle de qualidade em moinhos de trigo, além de familiarizar os graduandos em química a essa atividade industrial, levando em consideração que as análises laboratoriais são bastante específicas e dificilmente serão vistas com antecedência na graduação.

Este trabalho foi baseado em experiência profissional na área de controle de qualidade da farinha de trigo, bem como buscas por referências bibliográficas para melhor aprimorar o conhecimento.

## REFERÊNCIAS

ABITRIGO. **Guia de qualidade da farinha**. [S. l.: s. n.], 2022. Disponível em: <https://www.abitrigo.com.br/wp-content/uploads/2022/02/Guia-de-Qualidade-da-Farinha.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2022.

ALFAMARE. **Medidores de Umidade Grãos**. [S. l.], 14 dez. 2021. Disponível em: <https://alfamare.com.br/medidores-de-umidade-de-graos/>. Acesso em: 24 jun. 2022

ALVAREZ, Lucrecia. **ALVEOGRAFO DE CHOPIN**. [S. l.], 2 out. 2001. Disponível em: [https://members.tripod.com/lucrecia\\_alvarez/alveografo.htm](https://members.tripod.com/lucrecia_alvarez/alveografo.htm). Acesso em: 28 jun. 2022.

BRANDÃO, Silvana; LIRA, Hércules. **Tecnologia de Panificação e Confeitaria**. [S. l.: s. n.], 2011. Disponível em: [https://www.abip.org.br/site/wp-content/uploads/2016/03/Tecnologia\\_de\\_Panificacao\\_e\\_Confeitaria.pdf](https://www.abip.org.br/site/wp-content/uploads/2016/03/Tecnologia_de_Panificacao_e_Confeitaria.pdf). Acesso em: 16 jun. 2022.

CARVALHO, Miriam *et al.* **Anemia Ferropriva e Anemia de Doença Crônica: Distúrbios do Metabolismo de Ferro**, [s. l.], 2006. DOI <https://doi.org/10.20396/san.v13i2.1832>. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/san/article/view/1832>. Acesso em: 26 jun. 2022.

CERQUEIRA, Priscila *et al.* **Análise físico-química de farinha de trigo tradicional**. Nutrição Brasil, [s. l.], 26 jun. 2016. DOI <https://doi.org/10.33233/nb.v14i1.237>. Disponível em: <https://www.portalatlanticaeditora.com.br/index.php/nutricaoobrasil/article/view/237>. Acesso em: 26 jun. 2022.

COLLETO, Douglas. **GERENCIAMENTO DA SEGURANÇA DOS ALIMENTOS E DA QUALIDADE NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS**, [s. l.], 2012. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/72762/000870926.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2022.

COMAG, Equipamentos. **Veja como utilizar a balança de peso hectolitro**. Youtube. 2016. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=Bpzip30A8TXs&t=1s&ab\\_channel=ComagEquipamentos](https://www.youtube.com/watch?v=Bpzip30A8TXs&t=1s&ab_channel=ComagEquipamentos). Acesso em: 28 jun. 2022.

COMAG. **Balança De Ph - Peso Hectolitro - Cód 10405**. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://comagequipamentos.com/loja/produto/balanca-peso-hectolitrico/>. Acesso em: 28 jun. 2022.

DALLEMOLLE. **Balança PH (de peso hectolítrico)** – Balanças Dalle Molle Ltda. Youtube. 2021. Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=EX7LsTF6K\\_c&t=442s&ab\\_channel=Balan%C3%A7asDalleMolleLtda](https://www.youtube.com/watch?v=EX7LsTF6K_c&t=442s&ab_channel=Balan%C3%A7asDalleMolleLtda). Acesso em: 28 jun. 2022.

EMBRAPA (Passo Fundo, RS). **Descrição dos métodos usados para avaliar a qualidade de trigo**. [S. l.], 2009. Disponível em: [http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do112\\_5.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do112_5.htm). Acesso em: 22 jun. 2022.

GEHAKA. **Analisador de umidade IV2500**. [S. l.: s. n.], 2015. Disponível em: [https://www.gehaka.com.br/galerias/65/analizador\\_de\\_umidade\\_iv2500\\_modal\\_modal.jpg](https://www.gehaka.com.br/galerias/65/analizador_de_umidade_iv2500_modal_modal.jpg). Acesso em: 28 jun. 2022.

GEHAKA. **Manual de Instruções Analisador de umidade por infravermelho IV2500**. [s. l.], ed. 1.07.002, 17 out. 2015. Disponível em: [https://www.gehaka.com.br/produtos/linha-pesagem/analizador-de-umidade/iv2500/manual\\_iv2500.pdf](https://www.gehaka.com.br/produtos/linha-pesagem/analizador-de-umidade/iv2500/manual_iv2500.pdf). Acesso em: 28 jun. 2022.

GEHAKA. **Medidor de umidade de grãos portátil G650i**. [S. l.: s. n.], 2022. Disponível em: [https://www.gehaka.com.br/galerias/4/medidor\\_de\\_umidade\\_portatil\\_g650i\\_modal.jpg](https://www.gehaka.com.br/galerias/4/medidor_de_umidade_portatil_g650i_modal.jpg). Acesso em: 28 jun. 2022.

GUARIENTI, Eliana. **Qualidade industrial de trigo**. [S. l.]: EMBRAPA, 1996. 38 p. HISTÓRIA do trigo. [S. l.], 8 jun. 2021. Disponível em: <http://sinditrigo.com.br/historia-do-trigo/>. Acesso em: 24 jun. 2022.

INSBAL. **Tubos Viscosimétricos para Falling Number** [s. l.], 2021. Disponível em: <https://www.insbal.com/img/tubos.falling.time.jpg> . Acesso em: 28 jun. 2022.

KONICA MINOLTA. **Colorímetro CR-400** [s. l.], 2015. Disponível em: <https://sensing.konicaminolta.us/br/products/colorimetro-cr-400/> . Acesso em: 28 jun. 2022.

MAPA (LANAGRO-GO). **Determinação de Cinzas em Farinha de Trigo**. [S. l.], 2013. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/laboratorios/credenciamento-e-laboratorios-credenciados/legislacao-metodos-credenciados/arquivos-metodos-da-area-pov-iqa/it-pov-296-rev01-determinacao-de-cinzas-em-farinha-de-trigo.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2022.

MAPA. **Instrução Normativa 38/2010**, Diário Oficial da União, 1 dez. 2010. Disponível em: <https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=358389789> Acesso em: 24 jun. 2022

MOTOMCO. **Manual de operação kit ph schopper kit ph**, [S. l.], p. 15, 2008. Disponível em: <https://docplayer.com.br/163639976-Manual-de-operacao-kit-ph-schopper-kit-ph-pt-br.html>. Acesso em: 28 jun. 2022.

NITZKE, Julio; THYS, Roberta. **Avaliação da qualidade tecnológica/industrial da farinha de trigo**. [S. l.], 2020. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/napead/projetos/avaliacao-farinha-trigo/index.php>. Acesso em: 24 jun. 2022.

NOGUEIRA, Rosimeire. **Prato cheio de história**: Nutricionista conta como a evolução do cultivo de alimentos influencia escolhas e hábitos atuais. 2. [S. l.], 26 ago. 2015. Disponível em: <https://epoca.oglobo.globo.com/vida/noticia/2015/08/prato-cheio-de-historia.html>. Acesso em: 24 jun. 2022.

PERTEN INSTRUMENTS. **Analizador Glutomatic** [s. l.], 2015. Disponível em: [https://img.agriexpo.online/pt/images\\_ag/photo-mg/169961-12247303.webp](https://img.agriexpo.online/pt/images_ag/photo-mg/169961-12247303.webp). Acesso em: 28 jun. 2022.

PERTEN. **Manual de instruções Falling Number**, [s. l.], 2014. Disponível em: <https://gsi-lab.com/wp-content/uploads/2016/10/Perten-Falling-Number-FN-Series.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2022.

PRATT, Sean. **Falling number dips below threshold**, [s. l.], 16 jan. 2020. Disponível em: <https://static.producer.com/wp-content/uploads/2020/01/16163153/pg3.jpg>. Acesso em: 28 jun. 2022.

RAGEL, Luana. **Mufla** [s. l.], 2013. Disponível em: [https://www.researchgate.net/figure/Figura-14-Amostras-no-forno-mufla-no-Laboratrio-de-Geomorfologia-Maria-Regina-Mousinho\\_fig5\\_315834692](https://www.researchgate.net/figure/Figura-14-Amostras-no-forno-mufla-no-Laboratrio-de-Geomorfologia-Maria-Regina-Mousinho_fig5_315834692). Acesso em: 28 jun. 2022.

**RESOLUÇÃO - RDC Nº 150, DE 13 DE ABRIL DE 2017**. Diário Oficial da União, 17 abr. 2017. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=37&data=17/04/2017>.

**RESOLUÇÃO-RDC Nº 344, DE 13 DE DEZEMBRO DE 2002**. [S. l.], 13 dez. 2002. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/rdc0344\\_13\\_12\\_2002.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/rdc0344_13_12_2002.html). Acesso em: 16 jun. 2022.

SANTOS, Leonor; PEREIRA, Michelle. **Efeito da fortificação com ácido fólico na redução dos defeitos do tubo neural**, [S. l.], p. 1-8, 4 set. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.org/article/csp/2007.v23n1/17-24/#ModalArticles>. Acesso em: 26 jun. 2022.

SEAERJ. **A importância da reologia na engenharia**. [S. l.], 28 mar. 2017. Disponível em: <https://seerj.org.br/2017/03/28/importancia-da-reologia-na-engenharia/>. Acesso em: 24 jun. 2022.

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

SILVA, Vilmar. RELATÓRIO DE ESTÁGIO CURRICULAR. **ANÁLISES LABORATORIAIS PARA O CONTROLE DE QUALIDADE DA FARINHA DE TRIGO**, [s. l.], 2015. Disponível em:

<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/151015/001007550.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 9 jun. 2022.

SULZBACH, ANA. **A Bioquímica do Glúten através de Oficinas Temáticas**, [S. l.], p. 4, 3 set. 2015. DOI <https://doi.org/10.5902/2179460X171117>. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/304199217\\_A\\_Bioquimica\\_do\\_Gluten\\_a\\_traves\\_de\\_Oficinas\\_Tematicas](https://www.researchgate.net/publication/304199217_A_Bioquimica_do_Gluten_a_traves_de_Oficinas_Tematicas). Acesso em: 26 jul. 2022.

VEIGA, Edison. **Como o trigo 'domesticou' a humanidade – e vice-versa**. [S. l.], 29 maio 2019. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-48445689>. Acesso em: 24 jun. 2022.

ZARDO, Fernanda. **ANÁLISES LABORATORIAIS PARA O CONTROLE DE QUALIDADE DA FARINHA DE TRIGO**. 2010. TCC (Curso Superior de Tecnologia em Alimentos) - Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Bento Gonçalves, [S. l.], 2010. Disponível em: <https://docplayer.com.br/7818081-Analises-laboratoriais-para-o-controle-de-qualidade-da-farinha-de-trigo.html>. Acesso em: 7 jun. 2022.