



**JULIA QUEIROZ PRAIS OLIVEIRA**

**PROCESSO DE PANIFICAÇÃO E TÉCNICAS DE  
ANÁLISES DE FARINHA DE TRIGO PARA PRODUÇÃO DE  
PÃO TIPO FRANCÊS CRU CONGELADO - REVISÃO  
BIBLIOGRÁFICA**

**LAVRAS – MG**

**2022**

**JULIA QUEIROZ PRAIS OLIVEIRA**

**PROCESSO DE PANIFICAÇÃO E TÉCNICAS DE  
ANÁLISES DE FARINHA DE TRIGO PARA PRODUÇÃO DE  
PÃO TIPO FRANCÊS CRU CONGELADO - REVISÃO  
BIBLIOGRÁFICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências para a obtenção do título de Bacharela em Engenharia de Alimentos.

Prof. Dra. Olga Lucia Mondragón Bernal - Orientadora

Prof. Dra. Joelma Pereira - Coorientadora

**LAVRAS – MG**

**2022**

**JULIA QUEIROZ PRAIS OLIVEIRA**

**PROCESSO DE PANIFICAÇÃO E TÉCNICAS DE  
ANÁLISES DE FARINHA DE TRIGO PARA PRODUÇÃO DE  
PÃO TIPO FRANCÊS CRU CONGELADO - REVISÃO  
BIBLIOGRÁFICA**

**BAKERY PROCESS AND ANALYSIS TECHNIQUES OF  
WHEAT FLOUR FOR FROZEN RAW FRENCH TYPE BREAD  
PRODUCTION – BIBLIOGRAPHIC REVIEW**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências para a obtenção do título de Bacharela em Engenharia de Alimentos.

Prof. Dra. Olga Lucia Mondragón Bernal - Orientadora

Prof. Dra. Joelma Pereira - Coorientadora

**LAVRAS – MG**

**2022**

**PROCESSO DE PANIFICAÇÃO E TÉCNICAS DE  
ANÁLISES DE FARINHA DE TRIGO PARA PRODUÇÃO DE  
PÃO TIPO FRANCÊS CRU CONGELADO - REVISÃO  
BIBLIOGRÁFICA**

**BANCA**

**OLGA LUCIA MONDRAGÓN BERNAL**

---

**JOELMA PEREIRA**

---

**LUAN ALBERTO ANDRADE**

---

**LAVRAS – MG**

**2022**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por permitir realizar o meu sonho de estudar em uma faculdade federal.

Aos meus pais Silvia e Pedro, minha irmã Luiza, que são meus principais incentivadores e sempre estiveram ao meu lado me apoiando ao longo de toda a minha trajetória.

À minha avó Maria Conceição, pelas orações e por me resguardar por onde eu estivesse.

Agradeço à minha orientadora Prof<sup>a</sup>. Dra<sup>a</sup>. Olga Lúcia Mondragón Bernal por aceitar conduzir o meu trabalho de pesquisa.

A todos os meus professores do curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Lavras pela excelência da qualidade técnica de cada um, em especial à minha Coorientadora Prof<sup>a</sup>. Dra<sup>a</sup> Joelma Pereira e aos demais membros da banca.

E aos meus dois estágios no ramo da panificação que me introduziram nesse mercado apaixonante.

## RESUMO

O pão tipo francês, tornou-se um símbolo na alimentação e na cultura nacional, por ser um alimento acessível a todas as camadas da população e possui uma tradição muito forte no Brasil. O pãozinho simples e prático cresceu juntamente com a história da civilização, e representa a alimentação, economia, política, religião e cultura dos povos. O pão francês é considerado o produto de maior consumo dentro das padarias e conveniências, possui a maior margem de contribuição, responsável pelo lucro bruto das padarias, sendo o principal gerador de fluxo de clientes. Com a falta de mão de obra no setor de panificação, e a facilidade empregada no processo do ponto de venda, a economia brasileira adotou o sistema de panificação congelada. Sendo o trigo a matéria-prima base para a panificação e seus derivados, a análise da qualidade das farinhas torna-se de fundamental importância. Em 2015 a ABNT criou a norma NBR 16170:2015 para padrão de identidade e qualidade (PIQ) do pão francês. A qualidade do pão é avaliada em função das suas características sensoriais como cor, volume, abertura de pestana, grau de crocância, aspecto do miolo e todos esses resultados dependem do desempenho da massa. Encontrar o equilíbrio entre os ingredientes e a sua formulação é o grande desafio para atender o PIQ. O objetivo do presente trabalho é a performance das farinhas de trigo utilizadas na produção de pães tipo francês crus congelados - analisando parâmetros qualitativos e quantitativos que definem uma farinha de trigo de qualidade. Os parâmetros de qualidade da farinha de trigo como a reologia, atividade distásica e qualidade do glúten, são fundamentais para obter o melhor desempenho das massas congeladas.

**Palavras-chave:** pão congelado; reologia, alveograma, farinograma, falling number, glúten, pão francês;

## ABSTRACT

“French” bread has become a symbol in national food and culture, as it is accessible to all sections of the population and has a very strong tradition in Brazil. The simple and practical bagel grew along with the history of civilization, and represents the food, economy, politics, religion, and culture of peoples. Currently, French bread is considered the most consumed product within bakeries and convenience stores, it has the highest contribution margin, responsible for the gross profit of bakeries, being the main generator of customer flow. With the lack of manpower in the bakery sector, and the ease used in the point of sale process, the Brazilian economy adopted the frozen bakery system. Since wheat is the basic raw material for breadmaking and its derivatives, the analysis of the quality of flour becomes of fundamental importance. In 2013, ABNT created the NBR 16170:2013 standard for the identity and quality standard (PIQ) of French bread. The quality of the bread is evaluated according to its sensory characteristics such as color, volume, eyelash opening, degree of crispness, appearance of the crumb and all these results depend on the performance of the dough. Finding the balance between ingredients and their formulation is the great challenge to meet the PIQ. This work aimed to study the performance of wheat flours used in the production of frozen raw French bread - analyzing qualitative and quantitative parameters that define a quality wheat flour.

Wheat flour quality parameters such as rheology, dystasic activity and gluten quality are essential to obtain the best performance of frozen doughs.

**Keywords:** frozen bread; rheology, alveogram, farinogram, falling number, gluten, “french” bread

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Árvore filogenética mostrando a relação evolutiva entre algumas das principais gramíneas de cereais.....	15
Figura 2- Evolução do trigo em pão, <i>Triticum aestivum</i> .....	16
Figura 3 - Estrutura do grão de trigo .....	17
Figura 4 - Cartograma do Trigo: Distribuição da quantidade produzida de trigo por região (em toneladas) .....	20
Figura 5 - Gráfico da participação das culturas de sementes no Brasil .....	20
Figura 6 - Estágios da moagem de trigo.....	24
Figura 7 - Principais tipos de farinhas e seus pontos de venda .....	25
Figura 8 - Classificação das Farinhas Argentinas .....	26
Figura 9 - A descoberta do pão .....	30
Figura 10 - Câmara de hiperventilação e painel de controle de hiperventilação no congelamento de pães.....	31
Figura 11 - Padronização dos pães congelados.....	33
Figura 12 - Equipamento Mufla.....	35
Figura 13 - Equipamentos de medição do glúten (lavadora, centrífuga e secadora).....	37
Figura 14 - Método internacional de medição de glúten úmido, seco e index .....	37
Figura 15 - Equipamento "Falling Number" .....	38
Figura 16 - Equipamento de medição de teor de amido danificado.....	40
Figura 17 - Equipamento Minolta de análise de cor .....	41
Figura 18 - Alveograma com indicação das principais medidas: P, L e W.....	42
Figura 19 - Análise de um farinograma.....	45
Figura 20 - Gráfico expresso pelo farinógrafo .....	46
Figura 21 - Equipamento Brabender .....	46
Figura 22 - Masseur Brabender .....	46
Figura 23 - Perfil de um farinógrafo de farinhas fracas e fortes .....	47
Figura 24 - Equipamento Mixolab .....	48
Figura 25 - Princípio da análise do Mixolab .....	49
Figura 26 - Mixolab: Comportamento da massa no amassamento.....	50
Figura 27 - Mixolab: Impacto do aquecimento.....	50
Figura 28 - Mixolab: Gelatinização do amido.....	51
Figura 29 - Mixolab: Estabilidade do gel do amido.....	51
Figura 30 - Mixolab – Retrogradação do amido .....	52
Figura 31 - Mixolab Standard Profiler .....	52
Figura 32 - Parâmetros de farinha de trigo determinados pela análise do Mixolab .....	53
Figura 33 - Mixolab Standard Chopin+ completo.....	54
Figura 34 - Fluxograma de produção de pão francês cru congelado.....	54
Figura 35 - Pães fora do padrão .....	57
Figura 36 - Ponto de véu do pão francês.....	58

Figura 37 - Aferição de temperatura final da massa (antes do congelamento) .....	58
Figura 38 - Avaliação sensorial para a crosta de Pão Francês de acordo com a ABNT .....	60
Figura 39 - Pão francês "ideal".....	60
Figura 40 - Defeito: bolhas.....	61
Figura 41 - Parâmetros de avaliação sensorial do pão francês.....	62
Figura 42 - Fluxograma processo teste de glúten.....	63
Figura 43 - Teste de determinação de ácido ascórbico .....	64

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Classificação dos Trigos de acordo com Força do Glúten, NQ e Estabilidade.....	18
Tabela 2 - Tipos de Trigo de acordo com a quantidade de matérias estranhas e impurezas, peso do hectolitro, danificados .....	19
Tabela 3 - Cultivares de trigo mais utilizadas nas principais regiões brasileiras .....	21
Tabela 4 - Média de consumo semanal por faixa etária de produtos à base de trigo .....	22
Tabela 5 - Tabela Nutricional da Farinha de Trigo Tipo 1 .....	24
Tabela 6 - Frequência de consumo de alimentos à base de trigo (por semana) .....	29
Tabela 7 - Preferência dos tipos de pães por classe sociais.....	29
Tabela 8 - Especificação geral das farinhas de trigo por categoria de produtos .....	34
Tabela 9 - Performance em panificação de acordo com valores de “Falling Number” .....	39

## **LISTA DE SIGLAS**

a.a. – Ao ano

a.C. – Antes de Cristo

AA - Absorção de água

AACC - American Association of Cereal Chemists

ABIMAPI – Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados

ABIP - Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria

ABITRIGO - Associação Brasileira da Indústria do Trigo

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária

AOAC - Association of Official Analytical Chemists

AOCS - American Oil Chemists' Society

CIELAB – Comissão Internacional de Iluminação

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento

CONGREPAN – Congresso Internacional da Indústria de Trigo

Coop - Cooperativa de Consumo

Cptrigo – Capacidade calorífica dos grãos de trigo

CTRIN – Comissão de Compra do Trigo Nacional

EMATER - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

EST - Estabilidade

IAL - Instituto Adolfo Lutz

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IN – Instrução Normativa

ITM - Índice de Tolerância à Mistura

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

NA – Não se aplica

NQ – Número de Quedas

TDM - Tempo de Desenvolvimento da Massa

UF - Unidades farinográficas

VD – Valor Diário

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b>	13
<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	15
2.1 TRIGO	15
2.2. PRODUÇÃO E CULTIVO DE TRIGO NO BRASIL	19
2.3 FARINHA DE TRIGO	22
2.4 CONSUMO DE PÃO FRANCÊS	28
2.5 HISTÓRIA DO PÃO	29
2.6 HISTÓRIA DO PÃO CONGELADO	31
<b>ANÁLISES</b>	33
3.1. FÍSICO-QUÍMICA	34
<b>3.1.1 Acidez</b>	34
<b>3.1.2 pH</b>	34
<b>3.1.3 Cinzas</b>	35
<b>3.1.4 Umidade</b>	36
<b>3.1.6 Falling Number</b>	38
<b>3.1.7 Teor de amido danificado</b>	39
<b>3.1.8 Cor</b>	40
3.2 REOLOGIA	41
<b>3.2.1 Alveografia</b>	42
<b>3.2.2 Energia e Deformação da Massa (W)</b>	42
<b>3.2.3. Tenacidade (P)</b>	43
<b>3.2.5 Tenacidade/Extensibilidade (P/L)</b>	44
<b>3.2.6 Índice de elasticidade (Ie)</b>	44
3.3 FARINOGRAFIA	44
<b>3.3.1 Absorção de água</b>	47
<b>3.3.2 Tempo de desenvolvimento da massa (TDM)</b>	47
	11

<b>3.3.3 Estabilidade (EST)</b>	47
<b>3.3.4 Índice de tolerância à mistura (ITM)</b>	47
<b>3.4 MIXOLAB</b>	48
<b>3.5 PADARIA</b>	54
<b>3.5.1 Preparação da massa do pão francês</b>	55
1 - Mistura	55
2 - Sova	55
3 - Tempo de batimento	56
4 - Temperatura da água	56
<b>3.5.2 Cilindragem</b>	56
<b>3.5.4 Ponto de véu</b>	57
<b>3.5.5 Temperatura final da massa</b>	58
<b>3.5.6 Congelamento</b>	58
<b>3.5.7 Análise sensorial</b>	59
<b>3.5.8 Glúten</b>	62
<b>3.5.8 Determinação da presença de ácido ascórbico</b>	63
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	64
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	65

## 1. INTRODUÇÃO

O trigo, em sua grande maioria, é consumido basicamente na forma de farinha, que possui, como principais constituintes, proteína e amido (Mandarino, J., 1994). A composição química do seu grão de trigo afeta as características funcionais tecnológicas e juntamente com as propriedades estruturais definem como será a qualidade da farinha (Scheuer, P. et al 2011). A farinha de trigo possui variadas aplicações na indústria de alimentos, apresentando importante papel no aspecto econômico e nutricional da alimentação humana. Sabe-se, que as características nutricionais e tecnológicas da farinha de trigo possuem interferência direta das condições de cultivo, colheita, secagem e armazenamento dos grãos de trigo utilizados como matéria-prima (Costa, M. et al, 2006).

As proteínas de reserva do trigo são as principais responsáveis pela funcionalidade do trigo, em que se destacam as propriedades viscoelásticas da massa, que na área de panificação tem papel fundamental e de extrema importância. Por sua vez, as proteínas do trigo dividem-se entre formadoras de glúten ou não formadoras de glúten. As formadoras de glúten são denominadas gliadinas e as gluteninas que constituem cerca de 80% do total de proteínas (Torres, G. et al, 2009) e as não formadoras, que correspondem as albuminas e as globulinas, que não são interessantes do ponto de vista da panificação.

O cultivo de trigo acompanha a história da civilização humana. Nos primeiros plantios e criação de animais, o trigo já pertencia a um dos cereais cultivados. Iniciou na antiga Mesopotâmia, na região denominada Crescente Fértil, onde atualmente ficam localizados o Egito e o Iraque (ABITRIGO, 2016). Devido à sua capacidade de gerar uma gama de produtos alimentícios, o trigo tornou-se uma das principais culturas do mundo e atualmente, é o segundo cereal mais produzido no mundo (766 milhões de toneladas/ano) e o Brasil, produz cerca de 6,2 milhões ton/ano. (USDA, 2020; CONAB, 2020)

Em 2020, a produção nacional do trigo representou um volume de 70,6% da capacidade instalada da indústria moageira. Esse índice mede o percentual de farinha obtido sobre o trigo processado, sendo que 47% dessa farinha é destinada ao setor de panificação e pré-misturas; 18% para massas, 12% em biscoitos, 19% uso doméstico e o restante dividido entre os demais segmentos (ABITRIGO, 2020). O restante da produção, denominado farelo de trigo, também possui um interesse comercial cada vez mais procurado. A aplicação primordial da farinha de trigo, portanto, é destinada à produção de pães em escala industrial, o que revela não só uma preferência pelo pão tipo francês, como também a aptidão encontrada pelo trigo para esse setor (Abip, 2019).

A qualidade do grão de trigo então é o resultado da interação das condições de cultivo (interferência do solo, clima, pragas, manejo da cultura e da cultivar), em soma à interferência das operações de colheita, secagem e armazenamento, fatores estes que influem diretamente sobre o uso industrial a ser dado ao produto, que é a farinha de trigo (EL-DASHI; MIRANDA, 2002; GUTKOSKI; NETO, 2002). Alguns estudos associam a relação entre os diversos fatores ambientais como por exemplo, altura das plantas, produtividade, proporção de proteínas e sua respectiva qualidade e diferentes genótipos repercutem nas propriedades funcionais e principalmente na qualidade de processamento do trigo e elaboração de produtos (Carcea et al, 2006) que afetam diretamente na fermentação e posteriores características sensoriais dos pães (Shewry et al, 1998).

Por isso, entender as propriedades do glúten, do trigo, da farinha de trigo, e de suas características, auxilia no estudo do comportamento e do processamento dos produtos elaborados com essa matéria-prima (Belton, 2005), bem como análises dos parâmetros de qualidade que atestem a condição da farinha de trigo. Outro fator determinante, é a composição qualitativa e quantitativa da glutenina e da gliadina que influenciam na reologia da massa à base de trigo e do glúten (Scheuer et al, 2011).

Com o passar dos anos e da evolução do mundo, o setor de panificação também foi se modificando com as alterações do tempo, da modernidade e da tecnologia. Uma das principais inovações dos últimos anos no setor de panificação, confeitaria e alimentação foi a inserção das técnicas de congelamento. Tecnologia essa, que passou a oferecer novas possibilidades para o segmento que antes não era possível (SEBRAE, [s.d]). Com o impacto gerado na indústria do setor, novas oportunidades surgiram para as empresas, promovendo mudanças globais nos negócios em todo o mundo e sua relação com os consumidores. A técnica de congelamento, criada em 1924, pelo americano Clarence Birdseye, tem como benefício direto, a criação de centrais de produção em grande escala, redução dos custos operacionais e estocagem mais apropriada dos itens onde os produtos são finalizados num momento bem próximo ao do consumo (Birdseye, C.). O congelamento também permitiu às lojas um poder de diversificação da produção e um maior planejamento no setor de produção, tornando-se algo almejavável em praticamente em todos os pontos de venda.

Este estudo tem como propósito analisar parâmetros qualitativos e quantitativos de farinha de trigo utilizadas para a produção de pães francês cru congelado, através de fatores físico-químicos (umidade, cinzas, glúten úmido, número de quedas e peso hectolitro), da farinografia (absorção de água, tempo de desenvolvimento, estabilidade e ITM), da alveografia

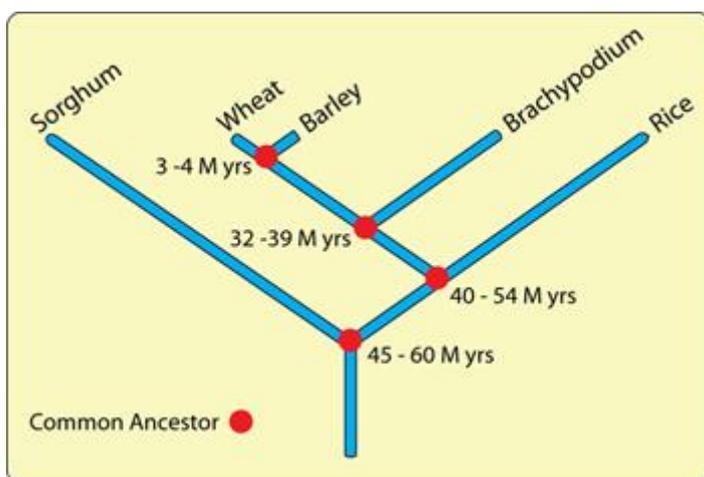
(W, P, L, P/L, Ie) e da análise do glúten que tenham como destino a produção de pães francês cru congelado que serão descritos a seguir.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 TRIGO

O trigo, pertence à família *Poaceae*, subfamília *Pooideae* e ao gênero *Triticum* ((POPPER et al., 2006), é uma gramínea herbácea, com centro de origem e domesticação no denominado “Centro-Médio-Oriental”, na região banhada pelos rios Tigres e Eufrates, na antiga “crescente fértil” da Mesopotâmia (CEREAL SDB, [s.d]). Os primeiros relatos de domesticação do trigo datam de 9500a.C., evoluindo de uma gramínea silvestre comum, para o que conhecemos com trigo nos dias de hoje. A Figura 1 refere-se à árvore filogenética mostrando a relação evolutiva entre algumas das principais gramíneas de cereais. A hibridização e a seleção pelo homem levaram à espécie mais utilizada hoje, *Triticum aestivum* ou trigo comum, como podemos observar na Figura 2 (AEGRO, 2020). No Brasil, o trigo chegou provavelmente em 1534 com Martim Afonso de Souza, que o introduziu na capitania de São Vicente, no que seria parte de São Paulo hoje. (Baptistella, J., 2020).

Figura 1 - Árvore filogenética mostrando a relação evolutiva entre algumas das principais gramíneas de cereais



Legenda:

Brachypodium é uma pequena espécie de gramínea que é frequentemente usada em estudos genéticos devido ao seu genoma pequeno e relativamente simples.

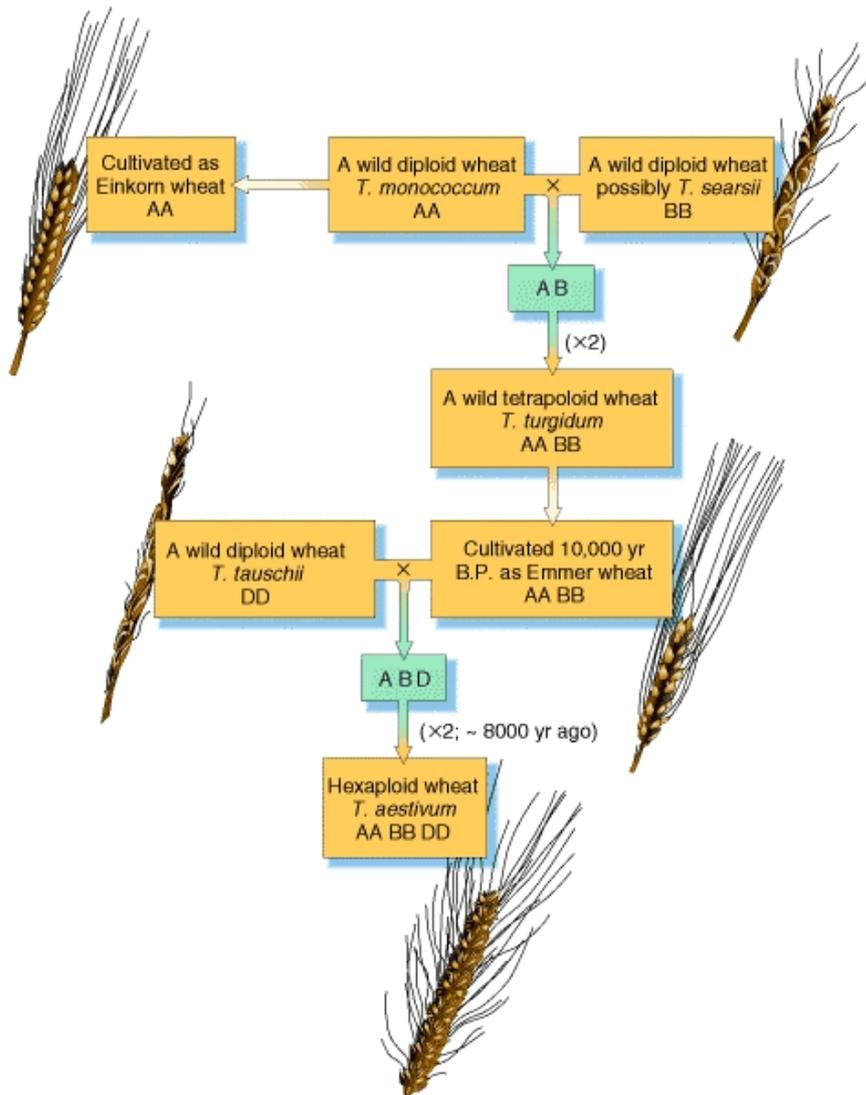
Common ancestor = ancestral comum

Wheat = trigo

M yrs = milhões de anos

Fonte: CEREAL SDB, [s.d]

Figura 2- Evolução do trigo em pão, *Triticum aestivum*



Legenda:

Eventos de hibridação envolvidos na evolução do trigo para pão, *Triticum aestivum*. O 'X' refere-se à duplicação do complemento cromossômico que dá origem a híbridos férteis.

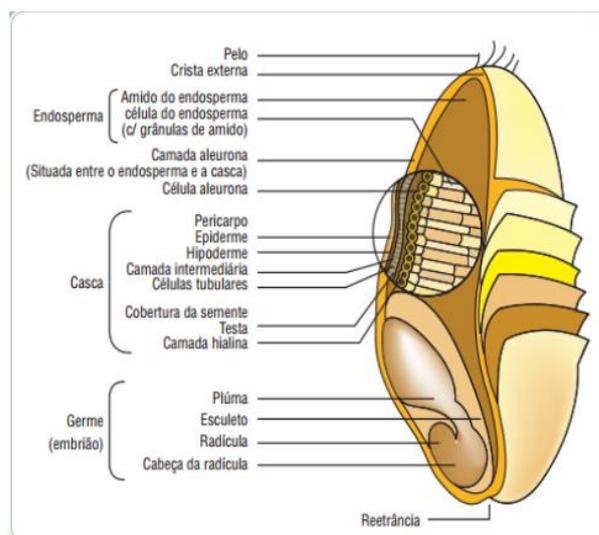
Fonte: CEREAL SDB, [s.d]

Tem-se relatos, de acordo com análises da citogenética e dos palinologistas (EA Kellogg, 2001), que os primeiros agricultores teriam selecionado para variedades com folhas soltas e glumas (variedades de trilha livre), uma vez que isso tornaria o processo de fabricação da farinha mais fácil, mesmo que eles não soubessem que na época, eles estariam selecionando genes que confirmam esta característica das plantas maduras (CEREAL SDB, [s.d]). Segundo esses mesmos estudos, sabe-se que o *Triticum parvicoccum* foi cultivado na antiguidade e é um

dos primeiros exemplos de trigo de debulha livre. As delicadas glumas tornavam fácil separar as partes desejáveis do grão daquelas que não eram comestíveis. O *T. parvicoccum* está extinto, mas acredita-se que tenha sido o ancestral de trigos duros como o *Triticum durum* (Israel Journal of Botany, 1980).

Estruturalmente, o grão de trigo apresenta a parte externa que é formada por pericarpo que recobre o grão. O grão é formado pelo endosperma e o germe. O pericarpo contém pentanosas, celulose e cinzas. Testa e hialina contém os mesmos componentes químicos adicionando proteína. A aleurona contém cinzas, proteínas, lipídeos, vitaminas e enzimas. O endosperma contém amido e proteína, e o germe tem alto conteúdo de proteínas, lipídeos, açúcares redutores e cinzas (BENASSI; WATANABE, 1997). A Figura 3 refere-se à estrutura do grão de trigo.

Figura 3 - Estrutura do grão de trigo



Fonte: Brandão; Lira, 2011.

Durante o desenvolvimento do grão as proteínas presentes no endosperma após sua síntese são depositadas na estrutura proteica. As proteínas gliadina e glutenina são as responsáveis pela formação do glúten. (PAYNE, 1986; apud RODRIGUES et al., 2010). As demais, albuminas e globulinas possuem funções metabólicas e estruturais e ficam localizadas na parte inferior do endosperma e no embrião (RODRIGUES et al., 2010).

O glúten é de extrema importância na produção de pães, e se trata de um conjunto de proteínas de armazenamento que se unem com o amido e endosperma para nutrir a planta durante a germinação (Biesiekierski, J.R, 2017). Essas proteínas insolúveis, quando misturadas à água, formam uma rede proteica ligada a grânulos de amido, que retém o CO<sub>2</sub> produzido na fermentação das massas de pães. Na panificação, as características desejadas do pão estão

diretamente ligadas às propriedades do glúten (Torres, G. et al 2009). As gluteninas, portanto, conferem viscosidade e extensibilidade, enquanto as gliadinas são responsáveis pela elasticidade da massa do pão (Dong et al, 2009). A proporção entre essas proteínas determina os variados tipos de glúten, dos variados tipos de farinha.

As proteínas de reserva possuem relação importante com os parâmetros de qualidade das farinhas, como por exemplo a análise do número de queda (NQ) ou “Falling number”, alveografia, força de glúten (W); tenacidade (P), extensibilidade (L), índice de elasticidade (Ie), alveografia, entre outras análises que servem de base para à destinação e fabricação de pães, massas e biscoitos, parâmetros esses que serão explicados no decorrer desse trabalho.

No Brasil, a força do glúten, juntamente com os valores de NQ, são critérios para classificação comercial do trigo. A Instrução Normativa nº 38 de 30 de dezembro de 2010, estabelece que o trigo é dividido em dois grupos:

- I - Trigo destinado diretamente à alimentação humana - encontrado no Anexo II da IN; e
- II - Trigo destinado à moagem e a outras finalidades - encontrado no Anexo III ou V da IN.

Os trigos do segundo grupo, são classificados em cinco classes - definidas em função das determinações analíticas de Alveografia (Força de Glúten), Número de Queda (Falling Number) e Estabilidade (Tabela 1). O trigo ainda é subdividido em três tipos: 1, 2 e 3, definidas em função dos limites máximos percentuais de “matérias estranhas e impurezas e grãos danificados” (Brasil, 2010) (Tabela 2).

Tabela 1 - Classificação dos Trigos de acordo com Força do Glúten, NQ e Estabilidade

<b>Classes</b>	<b>Valor mínimo da Força do Glúten (x10<sup>-4</sup>J)</b>	<b>Valor mínimo do Número de Quedas (segundos)</b>	<b>Estabilidade (minutos)</b>
Melhorador	300	250	14
Pão	220	220	10
Doméstico	160	220	6
Básico	100	200	3
Outros usos	Qualquer	Qualquer	Qualquer

Fonte: BRASIL, 2010

Tabela 2 - Tipos de Trigo de acordo com a quantidade de matérias estranhas e impurezas, peso do hectolitro, danificados

<b>Tipos</b>	<b>Peso mínimo do Hectolitro (Kg hL<sup>-1</sup>)</b>	<b>Matérias Estranhas e Impurezas (% máximo)</b>	<b>Danificados por insetos</b>	<b>Danificados pelo calor, mofo e ardidos</b>	<b>Chocos, triguilho e quebrados</b>	<b>Total de Defeitos (máxima)</b>
1	78	1,0	0,5	0,5	1,50	2,0
2	75	1,5	1,00	1,0	2,50	3,5
3	72	2,0	2,0	2,0	5,00	7,0
Fora de tipo	< 72	> 2,0	>2,0	> 10,0	> 5,0	> 7,0

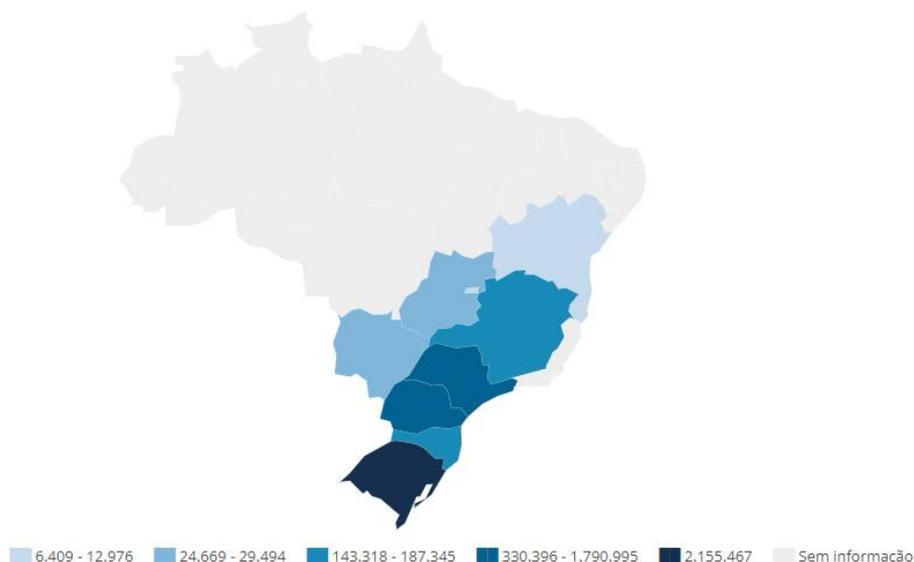
Fonte: BRASIL, 2010

## 2.2. PRODUÇÃO E CULTIVO DE TRIGO NO BRASIL

Ocupando o segundo lugar, o trigo é o cereal mais cultivado no mundo depois do milho (Coêlho, J., 2021), sendo o Brasil, o décimo sexto produtor mundial. Em 2019, segundo dados da FAO (FAOSTAT, 2020), foram produzidas cerca de 766 milhões de toneladas de trigo, com valor de mercado da ordem de US\$ 114 milhões. A previsão da produção mundial, para a safra (2020/2021), é de 773,6 milhões de toneladas, segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2020), aumento de 1,2% em relação à safra 2019/2020 (764,5 milhões). Os maiores produtores de trigo: China (136 milhões), União Europeia (135,8 milhões, somando seus 28 países), seguido de Índia, Rússia, Estados Unidos e Canadá. Outro grande produtor de trigo na América do Sul é a Argentina, com expectativa de produção de mais de 20 milhões de toneladas para a safra 2021/2022 (Sinditrigo, 2021).

O maior produtor de trigo no Brasil é o estado do Paraná, onde se concentram a maioria dos moinhos também. Juntamente com o Rio Grande do Sul, os dois estados representam 86% da produção nacional (CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento, 2020). Com importações muito superiores às exportações, tanto para o trigo em grão como para a farinha de trigo, a produção brasileira chega a representar 54% do consumo nacional, produzindo cerca de 6.183,0 toneladas de grão de trigo no ano de 2020 (Coêlho, J., 2021). Quando tratamos de consumo, esse valor praticamente dobra, alcançando aproximadamente 12 milhões de toneladas de trigo. A Figura 4 retrata a distribuição da produção de trigo no Brasil.

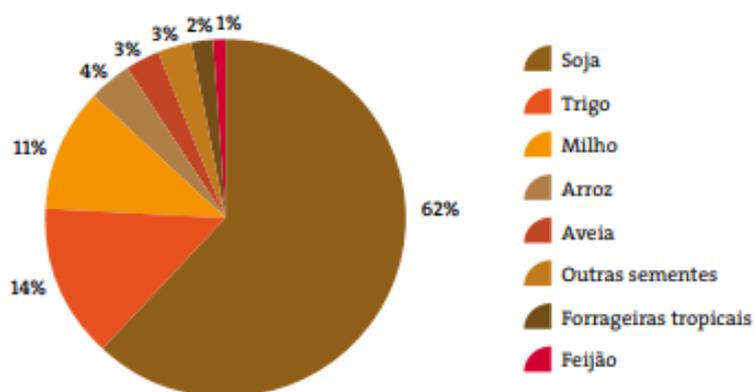
Figura 4 - Cartograma do Trigo: Distribuição da quantidade produzida de trigo por região (em toneladas)



Fonte: Censo Agro, 2017 – IBGE

A produção de sementes de trigo no Brasil, representa 14% da produção nacional de sementes, ultrapassando a produção de milho (11%), arroz (4%), aveia e outras sementes (Abrasem, 2015). A Figura 5 ilustra um gráfico da participação das culturas na produção total de sementes no Brasil na safra 2014/2015.

Figura 5 - Gráfico da participação das culturas de sementes no Brasil



Fonte: Abrasem, 2015

A Conab fez um levantamento técnico dos custos de produção de diversas culturas em todo o território brasileiro no ano de 2016. Com essas informações, foi possível identificar quais cultivares de trigo são comumente utilizadas, para quais destinos tem cada e as principais

regiões produtoras. As cultivares de trigo mais encontradas e suas características estão listadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Cultivares de trigo mais utilizadas nas principais regiões brasileiras

<b>Cultivares</b>	<b>Obtentor</b>	<b>Ano</b>	<b>Ciclo</b>	<b>Tipo de Cultivo</b>	<b>Estados</b>	<b>Qualidade Industrial</b>
<b>Mirante</b>	OR/ Biotrigo	2008	Médio	Sequeiro	RS, SC, PR	Pão
<b>Coodetec 150</b>	Coodetec	2009	Precoce	Sequeiro	PR, MS, SP	Melhorador
				Irrigado	MG, GO, DF, MT	Melhorador
<b>BRS 394</b>	Embrapa	2014	Precoce	Irrigado	MG, GO, DF	Melhorador
<b>BRS 264</b>	Embrapa	2005	Precoce	Irrigado	MG, GO, DF, MT	Pão
<b>Tbio Mestre</b>	Biotrigo	2012	Médio	Sequeiro	RS, SC, PR, MS, SP	Melhorador
<b>IPR Catuara TM</b>	IAPAR	2012	Precoce	Sequeiro	PR, SC, MS, SP	Melhorador

Fonte: Conab, 2015; BRASIL, 2016

A razão pela qual o Brasil não é um grande produtor de trigo, se deve a acordos antigos firmados com a Argentina e Estados Unidos, para trocar o real por outros produtos. Algumas fontes afirmam que a produção interna ainda não seria suficiente - mesmo que a produção fosse, pois o trigo produzido no Brasil, possui características diferentes, com baixo teor de proteínas formadoras de glúten quando comparado aos importados, principalmente devido ao clima brasileiro não proporcionar a temperatura ideal de crescimento para o trigo entre 15 e 20°C (DOORENBOS & KASSAM, 1979) e, 20 e 25°C (FISCHER, 1985) encontrado nas regiões do mais extremas do hemisfério norte ou sul, e apenas 30% é aproveitado para a panificação (Canal Rural, 2015). Desses 30%, a maior parte é destinada para a produção de farinhas para bolo. Dados de 2015, revelaram que cinco milhões de toneladas de farinha foram importadas, sendo 60% destinados para a panificação. Outro fator que torna o pãozinho nada simples - o pão depende muito do trigo que é cotado em dólar (Tooge, R., 2015).

Ainda que bastante consumido no Brasil, a cultura do trigo ainda perde espaço devido aos incentivos que esse grão teve ao longo de sua introdução na história. Apesar de não ter prosperado tão radicalmente seu cultivo, a cultura do trigo se firmou graças ao hábito de consumo alimentar (Coelho, A. et al, 2009). Atualmente, o trigo faz parte da cadeia como indústria, comércio, na forma de grão e em farinhas, na forma de alimentos processados, massas, macarrões, bolos, pães, biscoitos, entre outros. Na Tabela 4 a seguir, apresenta uma média do consumo semanal alimentar por faixa etária de produtos à base de trigo. A pesquisa

foi realizada em Maringá-PR, no ano de 2015, em que foram avaliados 270 indivíduos adultos entre 20 e 59 anos (Munhoz, R. et al, 2017). Nessa pesquisa, foi possível concluir que os produtos de panificação são consumidos por todos os grupos etários em quantidades médias semelhantes, o que demonstra a aptidão dos consumidores brasileiros pelos produtos à base de trigo de modo geral.

Tabela 4 - Média de consumo semanal por faixa etária de produtos à base de trigo

Faixa etária	N	Panificação p = 0,8096	Confeitaria p = 0,0093	Massas p = 0,0255	Cereais p = 0,0799	Fast Food p = 0,0002
20 a 30	109	397,2	146	285	17,5	255,5
31 a 40	72	367,6	149	200	0	240
41 a 50	54	387,667	77,75	200	0	118
51 a 60	35	400	45,733	200	0	125

Os valores são apresentados como mediana, Teste de Mann-Whitney

Fonte: Munhoz, R. et al, 2017

### 2.3 FARINHA DE TRIGO

O trigo é o produto obtido pela moagem do grão de trigo (*Triticum sp*). Logo, a farinha de trigo é o produto elaborado com grãos de trigo *Triticum aestivum* ou outras espécies de trigo do gênero *Triticum*, ou combinações por meio de trituração ou moagem e outras tecnologias ou processos (Instrução Normativa 8/2005). Existe também dentro da espécie *Triticum aestivum*, outras dez espécies dentro do gênero *Triticum*, com inúmeras cultivares, cada qual com sua característica (Degenhardt, R., 2014). A espécie *Triticum durum* tem seu uso destinado principalmente na fabricação de semolina (ou sêmola). E a maioria das legislações fazem uma separação entre o uso da *T. aestivum e durum* (BRASIL, 2005).

Os grãos de trigo podem ser classificados de diversas maneiras: seja pela cor, pelo tipo, e estação de plantio ou pela dureza. A qualidade do trigo e das farinhas é regulamentada pela IN nº 38 de 2010. Dentre os parâmetros regulamentados e avaliados estão: glúten, cor, dureza, número de queda, absorção, peso hectolitro e tipo. Dessa forma, o trigo, no Brasil, é dividido em tipos e segue especificações mínimas de exigência e fiscalização para a sua comercialização (BRASIL, 2010).

As condições de cultivo afetam a qualidade, com relação à proporção de proteína, lipídios, amido e carboidratos que se desenvolvem (STONE e NICOLAS, 1995; apud RODRIGUES et al., 2010). As condições de ambiente influenciam a qualidade do grão e na expressão da constituição genética das cultivares (RAO et al., 1993; STONE e NICOLAS, 1996; apud RODRIGUES et al., 2010). Sendo assim, boas condições de cultivo resultam em trigo com qualidade tecnológica esperada pela cultivar, e sem boas condições, as cultivares classificadas como boa qualidade industrial não atingem sua capacidade tecnológica (RODRIGUES et al.,

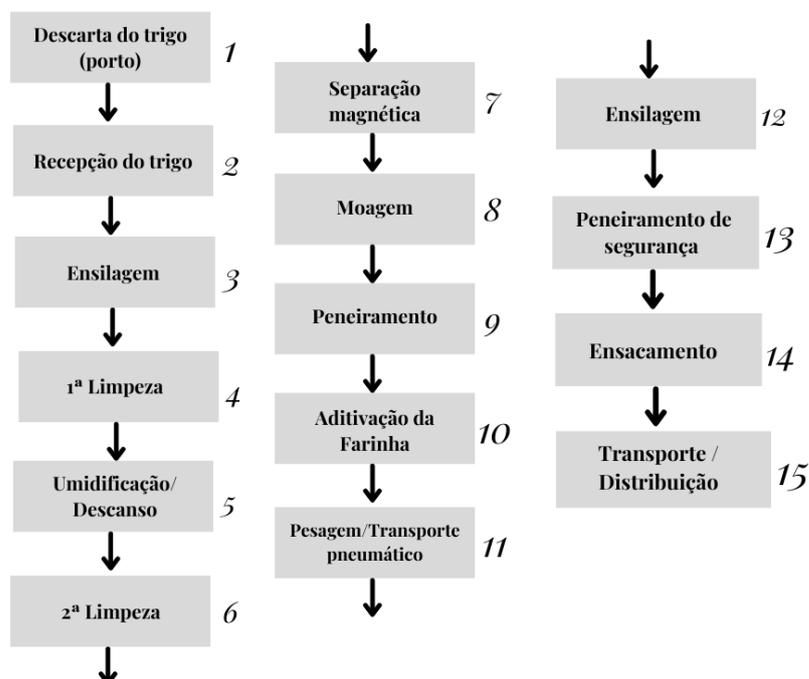
2010).

A dureza é analisada através da textura do endosperma do trigo (região do grão de trigo que apresenta o amido e as proteínas formadoras de glúten) que depende da interação do amido e das proteínas e seus tipos. Dentro dos tipos de trigo, o *T. durum* é o mais duro. Quanto à dureza o trigo pode ser classificado como duro (hard) – quando requer mais trabalho para quebrar o endosperma, contendo mais amido danificado - e trigo brando (soft) que requer menor trabalho e contém menos amido danificado. Grânulos danificados absorvem mais água. (POMERANZ e WILLIAMS, 1990; HUEBNER e GAINES, 1992; apud RODRIGUES et al., 2010). Para a indústria de panificação de pão francês cru congelado, o trigo duro (densidade maior, acima de 80kg/hl), que absorve mais água, é o mais interessante para o cenário.

Outro ponto importante da composição do trigo é o amido. Este é formado por amilose e amilopectina que ao adicionar água quente (> 60°C), ocorre a gelatinização e ao resfriar forma microcristais. Os lipídeos variam de 2% a 3,5% dependendo da extração (ESTELLER, 2004). Alfa-amilase, beta-amilase e glicoamilase são as enzimas presentes. (HOSENEY, 1995 apud ESTELLER, 2004).

Atualmente o grão do trigo chega ao moinho com impurezas, como todo grão recém-colhido, com folhas, sementes e outras sujidades (ABRITRIGO, 2021). Conforme EL-Dash ([s.d]), o processamento do grão de trigo para obtenção de farinha é realizado através da moagem dos grãos, a qual é formada por certos estágios e passa por processos de purificação (VIALÁNES, 2005) desde a recepção, trituração, até chegar nas peneiras que aspiram o ar e retiram qualquer farelo fino presente. A farinha limpa segue para o sistema de redução onde os rolos se transformam-na em pó superfino que é denominada como farinha. Os estágios da moagem do trigo se encontram na Figura 6.

Figura 6 - Estágios da moagem de trigo



Fonte: Brandão; Lira, 2011

Esse processo de moagem do grão do trigo dá origem a 75% de farinha de trigo e 25% de farelo. Até a década de 1990, a produção de farinha de trigo no Brasil era monopólio do Estado, que buscava a autossuficiência do trigo. Ou seja, a compra de trigo importado só era permitida na ausência do produto nacional e o foco da produção era a quantidade e não a qualidade (ABITRIGO, 2021). Dessa forma, a legislação brasileira prevê três tipos para as farinhas de *Triticum durum L*, além destas, podem ser classificadas como “fora de tipo” e “desclassificado” (BRASIL, 2010). A Tabela 5 mostra a composição nutricional da Farinha de Trigo Tipo 1.

Tabela 5 - Tabela Nutricional da Farinha de Trigo Tipo 1

<b>Porção de 50g</b>	<b>Medida Caseira: ½ xícara</b>	
<b>Componente</b>	<b>Quantidade por porção</b>	<b>% Valores Diários*</b>
Valor Energético	180 Kcal = 754KJ	9%
Carboidratos	38g	10%
Proteínas	5g	10%
Gorduras Totais	1g	1%
Gorduras Saturadas	0g	0
Gorduras Insaturadas	0g	0
Gordura Trans	0g	**
Fibras	1g	3%
Sódio	0mg	0

Ferro	2,1mg	15%
Ácido Fólico	75µg	38%

\*Valores Diários de referência com base em uma dieta de 2000kcal ou 8400KJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas

\*\* VD não estabelecido

Fonte: Tabela TACO, 2021

No Brasil, a farinha de trigo industrial é a mais vendida, principalmente para padarias e supermercados (Abitrigo, 2020), como mostra a Figura 7. Mesmo assim, o mercado e principalmente as indústrias de panificação veem e entendem a necessidade de sofisticação no setor (Abip, 2018), assim como já é feito em outros países, que utilizam um sistema de zeros em suas denominações de venda. A Figura 8 demonstra como são divididos os tipos de farinha na Argentina – principal nacionalidade de importação das farinhas - e para qual cada segmento tem como destino. Na Itália, os tipos de farinha são classificados de acordo com o teor de glúten e, nos Estados Unidos e Reino Unido, essa classificação é ainda mais meticulosa –são utilizados nomes padronizados para cada tipo de farinha, não existem números de classificação (Weekend Bakery, ([s.d])).

Figura 7 - Principais tipos de farinhas e seus pontos de venda



Fonte: Abitrigo, 2020

Figura 8 - Classificação das Farinhas Argentinas

DENOMINAÇÃO	INDICAÇÃO DE USO	TEOR MÁXIMO DE CINZAS	EQUIVALÊNCIA COM A CLASSIFICAÇÃO DOS EUA	TRADUÇÃO
0000	Confeitaria	0,49%	Pastry flour	Farinha de confeitaria
000	Panificação, bolos e tortas	0,65%	All purpose flour	Farinha para todos os usos
00	Pães artesanais e rústicos	0,80%	High glúten flour	Farinha com alto teor de glúten
0	Panificação	1,10%	First clear flour	Primeira farinha clara (farinha mais fraca/"sobras")
½0	Massas e pães integrais	1,50%	White whole wheat	Farinha integral

Fonte: Weekend Bakery, [s.d.]

As farinhas desejadas na produção de pães congelados são as farinhas com maior teor de glúten, que automaticamente possuem maior teor de grão duro, fornecendo ao pão, características de textura e granulidade, associadas à elasticidade das massas feitas com farinha de trigo, que permitem a retenção de umidade (LACOVSKI, A. et al, 2019). Em alguns países, essas farinhas recebem uma nomenclatura diferente, denominadas de Farinha 00 e Farinha 0 (Estadão, 2017). Entretanto, esses tipos de farinha não são produzidos no Brasil e devem ser importados, caso necessário, principalmente de países como o Canadá, Argentina ou Itália. Para a produção de pães francês cru congelados, em que há necessidade de parâmetros de qualidade acima da média (quando comparada ao produto fresco), devido às grandes perturbações que esse processo traz para o produto, é de fundamental importância que haja uma mescla de trigo importado com o nacional, justamente para potencializar a farinha de trigo nacional e oferecer um produto de melhor qualidade sensorial.

Ainda assim, é importante salientar que a produção de farinhas brasileiras, com trigos de melhor qualidade, vem sido amplamente estudada e difundida pela EMBRAPA, através de melhoramento genético e tem sido responsável pelo lançamento de dezenas de cultivares de trigo adaptadas às distintas condições climáticas brasileiras. As ações propostas no projeto (2017 a 2022) estão sendo executadas em sete estados brasileiros, com a participação de oito unidades da Embrapa (EMBRAPA, [s.d]).

Em 1994, com a liberação do mercado pelo Mercosul, o Brasil passou a importar trigo de diversos países da América com preços reduzidos, o que segundo Perosa e Paulillo (2009), fez

com que os moinhos passassem a pressionar o setor tritícola. Reardon e Farina (2001), afirmam que os moinhos passaram a oferecer diversas farinhas destinadas às diferentes aplicações na panificação e assim criaram seu sistema próprio de classificação e padronização.

Atualmente, a classificação comercial de trigo brasileira é regulamentada pela IN Mapa nº 38/2010, estabelecida como uma tentativa de aproximar a qualidade tecnológica requerida para os principais usos da farinha de trigo: pães industriais, massas alimentícias secas e biscoitos tipo cracker (classes de trigo Melhorador e Pão); uso doméstico e pães caseiros (classes de trigo Doméstico e Pão); e biscoitos semidoces duros e bolos (classes de trigo Básico e Outros Usos). Na Classe de trigo “Outros Usos” também estão incluídos produtos que não se enquadram nos usos tradicionais, como produção de ração animal e utilização industrial (BRASIL, 2010; GUARIENTI; MIRANDA, 2016).

De acordo com Inoue e Bushuk (1991, 1992), a qualidade do pão de massa congelada depende da força da massa (W) e, portanto, farinhas mais fortes geram melhores resultados do que farinhas fracas, com conteúdo proteico de 11% a 13%, W em torno de  $250 \times 10^{-4}$  W e P/L em torno de 0,8 (DRAPRON et al., 1996). P expressa a tenacidade e indica a pressão máxima necessária para expandir a massa, que mede a capacidade de absorção de água da farinha. L mede a extensibilidade da massa e mede a capacidade de extensão da massa, sem que ela se rompa. Um alto grau de extensibilidade está ligado a baixo rendimento de farinha. Essa medida é usada para prever o volume de pão, juntamente com a proteína (CHEN & D'APPOLONIA, 1985) – essa relação será melhor exemplificada no item 3.2.3 e 3.2.4. Além disso, as farinhas de trigo necessitam de etapas de descanso entre seus processos de extração, moagem, peneiramento e distribuição para propiciar melhores resultados.

Benedito Rosa, quando diretor de Assuntos Comerciais Internos da Secretaria de Relações Internacionais do Ministério da Agricultura, em 2016, afirmou que o trigo para panificação produzido no Brasil alcançou apenas três milhões de toneladas por ano, sendo que 80% de pão fabricado continha o trigo do tipo de melhor qualidade e que o país não produzia o volume necessário para tal demanda. Entre esses, e outros inúmeros fatores expostos, homologar uma farinha que esteja de acordo com os atributos de qualidade necessários para produção de pães francês congelados, não é uma tarefa simples. De acordo com o embaixador Rubens Barbosa, presidente da Abitrigo "O crescimento na demanda por farinha de trigo reflete o movimento da indústria alimentícia, já que a farinha é matéria-prima para uma série de produtos básicos na alimentação da população, como pães, macarrão e biscoitos. O conjunto da cadeia do trigo está voltando a ganhar fôlego" (ABITRIGO, 2016).

## 2.4 CONSUMO DE PÃO FRANCÊS

De acordo com um levantamento da Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria (Abip), no ano de 2019, a média de consumo do pão francês no Brasil foi de 704,7 toneladas por mês e está presente em mais de 98,7% dos lares brasileiros (Abimapi). O pão francês é o carro-chefe da padaria brasileira. É o primeiro produto que vai para a mesa do cliente, afirma Almir Rogério, referência no setor de panificação para supermercados. O pão francês é a cara da alimentação brasileira, o principal produto das padarias e representa cerca de 45% de toda a venda de pães do país, informou o presidente da Abip, José Batista de Oliveira (PUC- SP, 2019).

A venda do pão francês corresponde a 23% de todo lucro bruto de uma padaria. Fato esse que nenhum outro produto consegue atingir participação tão grande. Caso não existisse o pão francês, os demais produtos teriam que absorver todo esse custo e certamente seriam vendidos por um valor muito acima do que é comercializado hoje. Além de ser o grande gerador de fluxo de clientes, o pão francês gera margem de contribuição competitiva. (ABNT, 2015).

O consumo per capita do brasileiro é de 22,61 Kg de pães por ano (SEBRAE, 2017). Prova disso, é que o pão francês leva fluxo para o supermercado, onde o cliente diariamente vai buscar o pão e acaba levando outros produtos que necessita. De acordo com o gerente de panificação da Coop - Cooperativa de Consumo, o pão francês é o mais amado e requisitado entre os mais de 100 tipos de pães encontrados no mercado brasileiro (SINDIPAN, 2017).

De acordo com Arthur Benevides, gerente comercial regional do moinho M. Dias Branco de 2016 até o presente momento de 2022, o sucesso do pão francês está atrelado logicamente à qualidade da farinha de trigo, seu principal componente. Para que isso ocorra e o produto chegue à mesa do consumidor final sem alterações, é necessário que ocorra o blend de farinhas – misturas de trigos nacionais e importados de duas ou mais safras (M. Dias Branco, 2019). O fato é que o pão faz parte da rotina das pessoas, de maneira expressiva, adaptando-se a hábitos novos, de consumidores criteriosos, nobres a carentes, como expressou Axel Bouley, fundador da France Panificação (Food Service, 2021).

Uma pesquisa realizada pelo IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, juntamente com a Abimapi em 2018, afirma que o pão francês está presente em 84,10% dos lares brasileiros, o que de acordo com a consultoria feita pela Kantar no mesmo ano revela ser ainda maior, cerca de 98,7% (Folha de São Paulo, 2019). Outras informações interessantes dessa pesquisa, apontam que os pães são consumidos 5,2 vezes na semana, e que a Classe C é

detentora da maior participação de compra de pães francês. Pela observação das Tabelas 6 e 7 é possível ver a análise completa dessa pesquisa.

Tabela 6 - Frequência de consumo de alimentos à base de trigo (por semana)

Item	Quantidade de vezes de consumo na semana
Pães	5,2
Massas	2
Biscoitos	2,4
Bolos prontos	1,4
Farinha de trigo pura	1,7

Fonte: Folha de São Paulo, 2019

Tabela 7 - Preferência dos tipos de pães por classe sociais

Classe social	Todos os tipos	Pão Francês	Pão de forma
A/B	24,5	21,5	39,8
C	46,8	46,7	47,3
D/E	28,7	31,8	12,9

Fonte: Folha de São Paulo, 2019

A principal dificuldade desse produto, é que o pão francês perde sua qualidade rapidamente, e deve ser consumido fresco, já que sua durabilidade é de mais ou menos quatro horas: ou seja, crocante por fora e macio por dentro (Food Service News, 2021). Os produtos frescos, como os pães, têm vida de prateleira curta, apresentando no decorrer do tempo, perda de sabor e aroma bem como endurecimento ou murchamento de sua casca e a consequente perda da aceitação por parte dos seus consumidores (SELOMULYO; ZHOU, 2007). Fato esse que tem sido amplamente facilitado com a entrada dos produtos de panificação congelados no mercado brasileiro.

O congelamento no processo do pão apresenta vantagens em sua produção, distribuição, armazenamento e demanda, uma vez que o congelamento da massa permite o assamento da quantidade exata exigida ou necessária, e, portanto, o ponto de venda dispõe de produtos frescos a toda hora. Além de proporcionarem economia de espaço, pois reduz a quantidade de equipamentos, custos e mão-de-obra. (KENNY et al., 1999; PHIMOLSIRIPOL et al., 2008).

## 2.5 HISTÓRIA DO PÃO

De acordo com a história da civilização, quando o ser humano iniciou o cultivo de plantas, animais, o trigo já pertencia a um dos cereais cultivados. Esse cultivo começou na antiga Mesopotâmia, numa região denominada Crescente Fértil, que atualmente fica localizados o Egito e o Iraque. (ABITRIGO, 2016)

Naquela época os grãos eram completamente diferentes dos que se encontram hoje, pois

se encontravam na forma de “grãos selvagens” que, ao longo dos séculos, foram se modificando (Kirleis, Wiebke e Elske Fischer, 2014). Diferentes povos, desde a pré-história até o Mundo Antigo, utilizaram esses grãos para a alimentação, ou fazendo uma espécie de mingau, ou cozinhando um tipo de bolo não levedado, que se considera o primórdio do pão atual.

Em meados dos anos 7000 a.C., os pães já eram produzidos a partir da farinha combinada ao fruto do carvalho, em formatos achatados, duros e secos, precisando de serem lavados múltiplas vezes para eliminar o amargor. Ainda eram assados diante de pedras quentes ou debaixo de cinzas, como mostrado na Figura 9a (Abitrigo, 2016). Tempos depois, esse bolo não levedado foi adaptado pelos egípcios, que descobriram então, ao acaso, a fermentação do trigo, descobrindo desta forma, o pão. Rapidamente o pão passou a estar ligado diretamente a vida e a sobrevivência do homem, como são retratadas inúmeras imagens daquela época (Figura 9b). Desde a sua descoberta até hoje, o pão é símbolo como alimento, econômico, político, religioso, artístico e cultural (Kirleis, Wiebke e Elske Fischer, 2014).

Figura 9 - A descoberta do pão

a) Assamento nas pedras



b) O pão como moeda – Egito Antigo



Fonte: Abip, 2019

A receita do pãozinho mais famoso e mais consumido no Brasil, surgiu em meados do século 20, provavelmente após a Primeira Guerra Mundial, em que muitos brasileiros da elite da época, voltavam de suas viagens da Europa, descrevendo um tal pão cilíndrico, macio e de casca dourada crocante, como descreve Olivier Anquier, especialista em pães. Uma hipótese bem aceita, é que os cozinheiros dessas famílias de posses, ao tentar reproduzir a receita, acabaram criando o pão “francês”, nome utilizado até os dias de hoje (Revista Galileu, 2020).

A invenção do "pão francês" brasileiro difere de sua fonte de inspiração europeia, sobretudo porque a versão francesa original leva um pouco de açúcar e gordura na massa antes

de ir ao forno. No Brasil, a adaptação, com o tempo, foi ganhando apelidos locais diferentes, de acordo com as regiões do Brasil, como "cacetinho", média ou "filão", entre outros (Revista Galileu, 2007).

## 2.6 HISTÓRIA DO PÃO CONGELADO

Como já citado, a história do pão, data de doze mil anos atrás, praticamente junto ao início do cultivo do trigo pela humanidade. Entretanto, a técnica de congelá-lo para consumo é historicamente recente. Tem-se registros que essa técnica iniciou na Áustria por volta de 1926 e tinha como propósito poupar o trabalho noturno nas fornalhas e assim, após muitos testes, possibilitou a produção de pães congelados (MR comunicações, 2019).

O congelamento é uma técnica muito utilizada na preservação de produtos perecíveis, assemelhando-se à desidratação, inibindo as reações químicas e enzimáticas, retardando ou inibindo o crescimento de microrganismos, aumentando a vida útil dos produtos. Esta conservação acontece pela transformação da água presente no alimento que se torna sólida, sem que isso altere ou provoque variações significativas nos nutrientes do alimento (UFRGS, 2021). A indústria alimentícia transformou-se, utilizando a técnica chamada “congelamento flash”, inventada em meados do século XX pelo americano Clarence Birdseye, que consiste na hiperventilação nos produtos (Figura 10), retirando a água dos alimentos, congelando rapidamente. A água contida do interior do produto é submetida a uma temperatura bem inferior ao do seu ponto ideal de congelamento (0°C) (Regulamento (CE) N° 852, 2004).

Figura 10 - Câmara de hiperventilação e painel de controle de hiperventilação no congelamento de pães



Legenda: Através da tela de comando, é possível controlar o fluxo de ar dentro do túnel de congelamento, sua velocidade, o tempo de congelamento necessário, a capacidade do túnel por hora.

Fonte: Da autora, 2021

As primeiras tentativas de produção de pão de massa congelada nas Américas, ocorreram durante as décadas de 1950 e 1960. Entretanto, o mercado de massa congelada para produção de pão congelado não obteve êxito, por inúmeras razões, entre as quais, estavam principalmente o desconhecimento sobre como armazenar o produto, fazendo com que o armazenamento fosse muito curto, o procedimento de preparo do produto, muitas vezes inadequado e ineficiente (WATANABE, E., 2000). Entretanto, a partir da década de 1970, nos Estados Unidos, o uso de massa congelada começou a ganhar popularidade com a abertura de novo canal de mercado, ou seja, as padarias das grandes redes de supermercados (VETTER, J.L., 1979).

Do que se tem conhecimento, ainda nesse mesmo período, algumas padarias de pequeno porte também começaram a se interessar pelo produto e processo, pois consideravam conveniente e econômico o congelamento de porções “reserva” de massa, que serviam como um salva-vidas, para os momentos de maior demanda (WATANABE, E., 2000).

Depois disso, o uso de massa congelada veio de encontro às exigências dos consumidores por pães sempre “frescos”, isto é, recém-assados independentemente do horário da compra (HIMMELSTEIN, A., 1976), juntamente com a forte tendência no ramo da panificação para se congelar os produtos, o que foi proporcionado principalmente à deficiência de profissionais capacitados, como padeiros. No Brasil, essa profissão se tornou escassa apesar do crescimento de quase 14% no setor (ABIP, 2019). Encontrar um padeiro profissional é difícil e custa caro. Por esse motivo e a facilidade que esse processo atua - melhoria no aumento da produtividade, diversificação de produtos, o desempenho por funcionário na indústria, diminui os custos envolvidos, porque favorece a venda em grande escala e auxilia no faturamento – o pãozinho congelado se tornou uma alternativa viável e avassaladora (Abip, 2019).

Outros fatores importantes que esse processo trouxe, foram a padronização dos produtos (Figura 11) e a necessidade de demanda. A padronização é uma forma de execução de um trabalho que garante a qualidade de maneira mais fácil, segura e barata, contribuindo também para a estabilidade de processos, diminuição de falhas e paradas no chão de fábrica, atuando com melhorias contínuas e intervenções pontuais para possíveis correções, garantindo que toda a sua cartela de clientes vá receber sempre o mesmo produto, do mesmo tamanho e nas mesmas quantidades (Food Connection, 2019). A necessidade de demanda, faz com que cada ponto de venda entenda seus horários de pico, suas necessidades e apenas asse a quantidade necessária,

sem que haja desperdício de produtos e matéria-prima (Abip, 2019).

Figura 11 - Padronização dos pães congelados



Fonte: Da autora, 2021

Nos Estados Unidos, essa tendência de mercado pode ser observada juntamente com o aumento do número de padarias instaladas nas redes de supermercados que fazem uso de massa congelada. A produção de pão francês a partir de massa congelada aumentou muito com o passar dos anos (VAN DAM, H.W., HILLE, J.D.R, 1992), o que de acordo com BERGLUND et al. (1991), representa mais de 50% das padarias americanas. Nesse caso, grande parte dos pães são produzidos na unidade central ou fabril e comercializados em diversos pontos de venda, os chamados “hot spots”, como padarias, supermercados, lojas de conveniências, minimercados, entre outros.

Só no Brasil, operam cerca de 300 fábricas de pães congelados (CONGREPAN, 2019) e esse número tende a crescer, visto que a resistência ao pão congelado vem diminuindo drasticamente à medida do conhecimento dos benefícios que esse processo traz.

Apesar das muitas vantagens do processo de produção de pães congelados, a panificação ainda está muito refém da qualidade de suas farinhas, e obviamente do trigo. O pão francês, em sua grande maioria, utiliza em sua formulação aproximadamente 65% de farinha de trigo e por isso, a análise minuciosa dessa matéria-prima é de extrema importância para que os pães estejam sempre com as características sensoriais desejáveis.

### 3. ANÁLISES

A qualidade tecnológica da farinha de trigo é um fator determinante para as características de seus produtos. Para tanto, é necessário que exista uma relação de confiança entre fornecedores (moinhos) e clientes (indústria de panificação), para que a farinha correta seja

destinada ao produto com melhor encaixe/adaptação (COSTA, G. M. et al, 2008).

No caso, as farinhas para pão francês, quando chegam à indústria devem ser acompanhadas de laudos de qualidade, que garantem que o produto tenha as especificações estabelecidas. As amostras de farinha são submetidas às análises de umidade, teor de cinzas, glúten úmido, número de queda e peso hectolitro. As análises devem ser feitas em duplicata ou triplicata baseando-se nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz ou de acordo com metodologias descritas para cada análise (Dias, M. C., et al., 2014).

Além dessas metodologias mais comuns, ainda podem ser requeridas outras análises, como a reologia, alveógrafo, Mixolab – que possui uma tecnologia mais avançada de estudo, testes de padaria com análise sensorial e, também, testes para fiscalização de fraude/aditivação. Uma especificação geral dos parâmetros mais utilizados de qualidade das farinhas de trigo e seus respectivos usos, pode ser encontrada no exemplo da Tabela 8.

Tabela 8 - Especificação geral das farinhas de trigo por categoria de produtos

<b>Característica</b>	<b>Massas</b>	<b>Pizzas</b>	<b>Pães</b>	<b>Bolos</b>	<b>Biscoitos Fermentados</b>	<b>Biscoitos Doces</b>
Cinzas b.s (%)	0,5 a 0,7	0,45 a 0,60	0,50 a 0,70	0,45 a 0,55	0,70 a 1,0	0,8 a 1,2
Glúten úmido (%)	>28	25 a 30	>26	20 a 25	25 a 30	20 a 25
Glúten seco (%)	>9	8,0 a 10,0	>8,5	7,0 a 8,5	8,0 a 10	7,0 a 8,5
FN (s)	>350	225 a 275	225 a 275	200 a 250	225 a 275	200 a 250
P/L	>2	0,5 a 0,9	1,0 a 1,5	NA*	0,5 a 0,9	0,3 a 0,5
W (10 <sup>-4</sup> J)	>280	150 a 200	185 a 275	<100	150 a 200	<10

\*NA = Não se aplica

Fonte: Pizzas e Massas nº13, 2014; UFRGS, [s.d.]

### 3.1. FÍSICO-QUÍMICA

#### 3.1.1 Acidez

A determinação de acidez, indica qual o estado de conservação do produto. De acordo com a legislação vigente no Brasil, IN nº 31 de outubro de 2005, o método para a determinação de acidez é o de acidez graxa de acordo com o Método AOAC nº8-12, que é calculado através do resultado de KOH em mg em 100g de farinha de trigo. A tolerância máxima permitida é de 50mL de KOH em 100g de farinha (UFRGS, [s.d.]).

### 3.1.2 pH

Abreu (2015) afirma que o pH determina a deterioração do alimento com crescimento de microrganismos, atividade das enzimas, parâmetros estes que influenciam diretamente no estado de conservação do produto. O pH também é de grande importância para o entendimento de adulterações ou tratamentos aplicados à farinha. (UFRGS, [s.d.]). O valor do pH para as farinhas oscila entre 6,0 e 6,8. Esta análise geralmente é realizada em extrato aquoso ou alcoólico da amostra, ou então, para as medições de pH, também pode ser utilizado um medidor digital inserindo-se o eletrodo diretamente nas amostras (GOMES; OLIVEIRA, 2012).

### 3.1.3 Cinzas

Cinzas são minerais presentes na farinha de trigo, que são obtidos após a queima e incineração completa da matéria orgânica e indicam a presença de sais minerais contidos no pericarpo e nas primeiras camadas do endosperma do trigo (Dias, M. C., et al., 2014). A determinação desse atributo é feita em um equipamento denominado mufla (Figura 12), sendo utilizadas temperaturas de 550°C a 570°C.

Figura 12 - Equipamento Mufla



Fonte: Biovera, 2020

De acordo com a legislação brasileira, IN nº 8 de junho de 2005, a farinha de trigo comum deve possuir no máximo 1,35% e a especial, 0,65% de resíduo mineral fixo (cinzas) (BRASIL, 2005), sendo interessante para o mercado de pães francês trabalhar com essa última referência, uma vez que a farinha com maior teor de cinzas, gera um produto mais escuro, o que dependendo não o torna atrativo para compra, ou o confunde com um produto integral. (UFRGS, [s.d.]). O teor de cinzas para farinhas de trigo por categorias de produtos pode ser

acompanhado por meio Tabela 6.

De acordo com C ezar (2012), o teor máximo de cinzas deve ser de 0,8%, mesmo para farinhas comuns. Silva et al. (2015) ressaltam que os baixos valores de cinzas indicam melhor qualidade, pois uma quantidade maior de farelo, interfere na qualidade dos produtos de panificação (Macedo, I., et al., 2017).

### 3.1.4 Umidade

A umidade indica qual o percentual de água livre encontrada em uma amostra de farinha de trigo. A legislação brasileira, IN é 8 de 2005, relata o máximo de 15% de umidade para as farinhas comuns e especiais e um padrão ideal em torno dos 13% (BRASIL, 2005).   recomendável trabalhar dentro desse parâmetro, para assegurar a conservação do produto, reduzir reações enzimáticas e químicas, assim como evitar o crescimento de microrganismos (Dias, M. C., et al., 2014).

A determinação da umidade pelo método convencional é feita geralmente em estufas de ar, é uma temperatura de 130 C até massa constante ou em aparelhos que simulam esta mesma situação e correlacione os resultados da mesma maneira, como por exemplo o método Brabender – análise oficial da AOAC e AACC – (Tobaruela, 2015) e que corresponde a uma balança com aquecimento e sistema de convecção que eleva até 10 amostras à temperatura em 130 C por uma hora (UFRGS, [s.d.]). O método de determinação   gravimétrico.

### 3.1.5 Glúten

O glúten   uma rede com propriedades viscoelásticas (CIACCO: CHANG, 1986) formada pelas proteínas insolúveis do trigo, as gliadinas e gluteninas quando adicionado de água e submetido a trabalho mecânico. O teste de glúten úmido, fornece a medida quantitativa dessas proteínas, sendo determinada após a lavagem da amostra com sal e água, centrifugado e pesado ou através de equipamentos especializados na lavagem, centrifugação e secagem do glúten, que fornecem o resultado em poucos minutos (Prozyn, 2021). Um exemplo desse equipamento pode ser encontrado na Figura 13. As massas do glúten sobressalente e o retido então, podem ser determinados e calculados (Fundan o ABC, [s.d.]).

Figura 13 - Equipamentos de medição do glúten (lavadora, centrífuga e secadora)



Fonte: Prozyn, 2021

Quando manuseado sobre água corrente, eliminam-se os outros constituintes e os cálculos podem ser determinados pelas fórmulas a seguir:

$\% \text{GLÚTEN ÚMIDO} = (\text{PGU} \times 100) / P$	Onde: P = peso da amostra PGU = peso do glúten úmido
--	--

$\% \text{GLÚTEN SECO} = (\text{PGS} \times 100) / P$	Onde: P = peso da amostra PGS = peso do glúten seco
---	---

Essa análise também pode ser realizada pelo método internacional AACC 38-12, como demonstra a Figura 14. O valor de glúten úmido e seco das farinhas podem variar de: 0 a 28,72% (úmido) e de 0 a 9,9% (seco). Deve-se ressaltar que o valor ideal de glúten seco é maior do que 8,5% e o úmido deve ser maior que 26% (MIRANDA, ADRIANA DA SILVA *et al.*, [s.d]).

Figura 14 - Método internacional de medição de glúten úmido, seco e index



Fonte: AACC 38-12 – Método Internacional, 2000

### 3.1.6 Falling Number

A análise do Falling Number (FN) ou número de queda, é utilizada para a classificação do trigo. O número de quedas ou Hagberg Falling Number, aprovado pelo ICC, é um método que mede a liquefação do amido. (UFRGS, [s.d.]). De acordo com o método da American Association of Cereal Chemists (AACC) e do equipamento Falling Number (Figura 15), ele indica a intensidade da atividade da enzima amilase no grão. É um método que mede a atividade enzimática da farinha, mas fornece informações sobre as propriedades viscoelásticas do amido gelatinizado durante o processo de aquecimento (AL-MAHANESH; RABABEH, 2007; XU; BIETZ; CARRIERE, 2007).

Figura 15 - Equipamento "Falling Number"



Fonte: Moagem de Trigo Net, 2009

Nesses testes, a farinha passa pela zona crítica de temperatura para a enzima alfa-amilase em apenas 30 segundos, o que se pode considerar proporcional ao que ocorre no assamento de um pão pequeno de 70g de massa. O processo de geleificação do amido começa em 55°C e acaba com a inativação da amilase em torno de 80°C (UFRGS, [s.d.]).

O “Falling Number”, retrata o potencial diastático das farinhas de trigo, correlacionando viscosidade e a atividade da enzima alfa-amilase. Como referência, os baixos valores demonstram alta atividade da enzima. Por isso, quanto menor o tempo de queda medido em segundos, maior a atividade da enzima. Esse é um índice de sacarificação do amido, ou seja, a conversão de açúcares diretamente fermentáveis (ABIP, 2011). A sacarificação é um processo de hidrólise no qual o amido é convertido em açúcares fermentáveis, esse processo ocorre pela reação:  $XY+H_2O \rightarrow HY+XOH$ . A hidrólise enzimática ocorre pela catálise das enzimas. A  $\alpha$ -amilase é a enzima que quebra o amido para produzir a dextrose (EMBRAPA, [s.d.]).

Para pães congelados, os moinhos têm trabalhado com valores de Falling Number acima

dos 280s (Moinhos Belarina, Régio e Bunge, 2021), mas esta especificação pode variar de indústria para indústria, de fornecedor para fornecedor, de acordo com o produto que se pretende obter. Esse valor mais alto se deve ao fato do pão francês cru congelado necessitar de performance acima da média quando comparado ao produto fresco, uma vez que o produto congelado tem maiores alterações, prejudiciais ao seu desenvolvimento. Na Tabela 9, tem-se referência de algumas medidas utilizadas.

Tabela 9 - Performance em panificação de acordo com valores de “Falling Number”

<b>Valor “Falling Number”</b>	<b>Atividade da <math>\alpha</math>-amilase</b>	<b>Performance em panificação</b>
Inferior a 150 segundos	Alta	Pão pesado, com baixo volume e miolo úmido e pegajoso
Ao redor de 250 segundos	Normal	Pão com bom volume e miolo de boa textura
Superior a 300 segundos	Baixa	Pão com volume reduzido e miolo seco

Fonte: Moagem Trigo Net, 2009

### **3.1.7 Teor de amido danificado**

O amido danificado tem grande influência sobre a taxa de hidratação das farinhas e na sua atividade enzimática (UFRGS, [s.d.]), indicando, por diversos atributos, se há utilização de trigos rijos, acondicionamento deficiente do trigo, altas rodadas de passagens nos rolos.

Na moagem, o teor de amido danificado indica desgaste dos rolos dos moinhos e na indústria, esse teor permite determinar a qualidade de cozedura, podendo prevenir possíveis problemas que possam surgir no processo (Fundação ABC, [s.d.]).

Figura 16 - Equipamento de medição de teor de amido danificado



Fonte: AACC 76-33 - International Method, 2007

À medida em que o grão do trigo é reduzido em partículas menores através da moagem, alguns grânulos de amido são danificados mecanicamente, influenciando nas características das farinhas. A análise realizada pelo método AACC 76-33, pelo equipamento SDmatic demonstrado acima pela Figura 16 e, determina em percentagem o teor de amido danificado (GUTKOSKI, Luiz Carlos, 2007). Nesse método, os grânulos de farinha de trigo são hidratados seguidos de hidrólise enzimática por alfa-amilase.

### 3.1.8 Cor

A cor da farinha deriva dos teores de proteínas, fibras, impurezas da moagem e dos carotenóides. A sua determinação deve ser feita por meio do colorímetro, que avalia os atributos da cor pelo sistema CIELAB – Comissão Internacional de Iluminação (UTFPR, [s.d]). A determinação da claridade varia numa escala de 0 a 100, sendo o mais perto de zero a coloração preta e, para cem a coloração branca, identificada pela letra L\* (MIRANDA; MORI; LORINI, 2010), ou seja, quanto mais perto de 100, significa que mais clara é a farinha.

Figura 17 - Equipamento Minolta de análise de cor



Fonte: AACC 14-22 - Intenacional Method, 1999

O método que utiliza o colorímetro Minolta (Figura 17), é um método simples, de análise direta, sem necessidade de preparação de amostra (UFRGS, [s.d.]). Sua análise é feita de maneira tridimensional, capaz de medir a cor da farinha e de seu produto final. Além do método Minolta, existem outros equipamentos de outros fabricantes que usam o mesmo princípio. O resultado é expresso em diversas faixas de cores, no sistema  $L^*a^*b$ , que é interpretado segundo a legenda abaixo:

L: claridade, mede intensivamente e varia de 0 a 100;

a+ : tonalidade predominante para o vermelho;

a - : tonalidade predominante para o verde;

b+ : tonalidade predominante para o amarelo;

b - : tonalidade predominante para o azul;

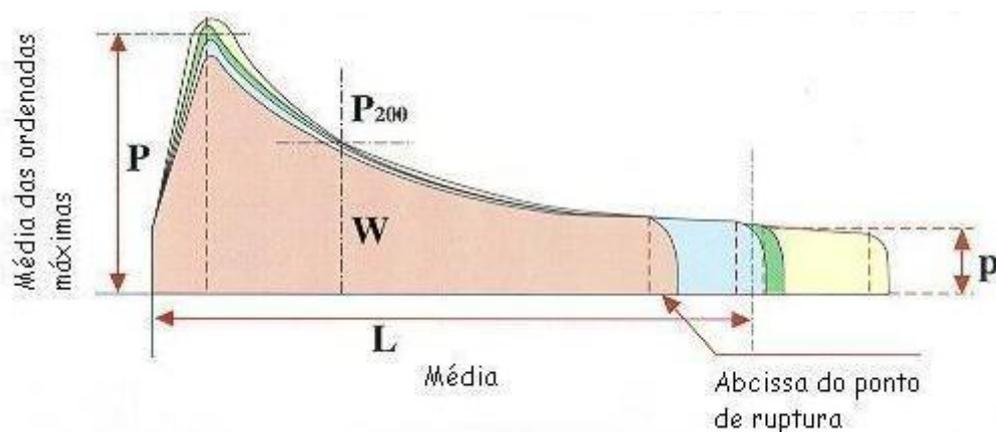
### 3.2 REOLOGIA

A reologia é um ramo que estuda o comportamento dos materiais ante seus limites de resistência à deformação e auxilia a investigação da plasticidade de uma massa farinha-água e seu efeito nos produtos desejados.

### 3.2.1 Alveografia

A alveografia é um atributo que permite medir o comportamento da massa, simulando uma fermentação (UFRGS, [s.d.]). Desse modo, o alveógrafo mede a resistência, a extensão e a extensibilidade da massa. A determinação é realizada por aparelho denominado alveógrafo, que registra as curvas de extensão da massa, através da pressão de um volume de ar determinado. É uma análise de extrema importância, pois avalia de modo geral as características das curvas obtidas (JUNIOR; OLIVEIRA, 1998). A Figura 18 representa de forma geral um alveograma e os valores por ele dimensionados.

Figura 18 - Alveograma com indicação das principais medidas: P, L e W



Legenda: Tenacidade (P), Extensibilidade (G ou L) e trabalho ou energia de deformação (W), p: Tolerância, P/L: Equilíbrio da farinha

Fonte: EQEC, [s.d.]

Na análise, um pedaço de massa é expandido pela pressão de ar até se romper. A pressão interna na bolha é registrada por um gráfico por meio de um manômetro ou um registrador automático (Fundação ABC, [s.d.]). As características viscoelásticas de uma massa podem ser avaliadas por diferentes parâmetros da alveografia.

### 3.2.2 Energia e Deformação da Massa (W)

Esse parâmetro representa o trabalho de deformação da massa e indica a qualidade panificável da farinha, simulando o comportamento da massa na fermentação (UFRGS, [s.d.]). O índice de deformação da massa - W, então, é obtido por meio da área da curva, sendo expresso em  $10^{-4}$  Joules (JUNIOR; OLIVEIRA, 1998). Seu valor corresponderá no produto final de panificação, onde o esperado é um pão de textura interna sedosa, volume bom e de granulometria aberta (MÓDENES; SILVA; TRIGUEROS, 2009).

Mais uma vez, a força da farinha está diretamente relacionada ao conteúdo das proteínas gliadina e glutenina, formadoras do glúten. Consequentemente, a força da farinha está relacionada, em grande parte, ao conteúdo de proteínas (Pizzas e Massas, 2014). Em resumo, uma farinha forte absorve mais água e permite massas com hidratação bem maior, deixa a massa mais resistente e tende a crescer mais – processo esse que é utilizado na produção de pães francês cru congelado, com a adição de gelo e água entre 2°C e 0°C. Estas características permitem uma maior resistência à fermentação graças à textura mais sólida do glúten. De acordo com Pizzas e Massas (2014), o W classifica a força das farinhas em:

- Fracas ( $\leq 170$  W): farinhas para biscoitos, waffles, breadsticks, pasticceria. Absorvem cerca de 50% do próprio peso em água.
- Médias (180-260 W): farinhas para massas que exigem quantidade média de água, cerca 55% a 65% do próprio peso.
- Fortes (280-350 W): farinhas para massas que requerem elevada quantidade de água, entre 65% e 75% do peso em água.
- Especiais ( $> 350$  W): mesclas de trigos (nacionais com importados), normalmente são produzidas com grãos especiais, norte-americanos, canadenses, e principalmente argentinos, que possuem tendência de melhor absorção de água, em torno dos 90%.

Segundo o que consta na IN n° 38 do MAPA, o valor para a força do glúten deve ser superior a 220 ( $10^{-4}$  J) para produção de pães (BRASIL, 2010). E, entretanto, esses valores variam de acordo com o método utilizado pela indústria e com o tipo de pão fabricado. Para pães francês cru congelados, as indústrias estão utilizando valores de W entre 300 a 350, para garantir que a qualidade/força do pão francês não se perca durante as etapas de processamento (bater a massa com gelo e água gelada) e congelamento.

### **3.2.3. Tenacidade (P)**

É a pressão máxima necessária para expandir/esticar a massa, indicando sua resistência ao trabalho de deformação. Está relacionada também com a absorção de água pela farinha de trigo (ZARDO, 2010). A tenacidade está relacionada com as proteínas gliadinas, que conferem a elasticidade a massa.

### **3.2.4 Extensibilidade(L)**

Expressa a capacidade de extensão da massa, sem que ela se rompa. Alto grau de

extensibilidade está ligado ao baixo rendimento de farinha, ou seja, quando a massa é muito extensível, a performance dessa farinha tenderá a ser mais baixa e está relacionada com as gluteninas (UFRGS, [s.d.]). De acordo com Zardo (2010), quanto maior o valor de “L”, maior será o volume do pão. Mas esta característica é dependente do valor de “P”, por isso, há necessidade de equilíbrio entre P e L, e por isso a sua proporção é outro ponto a ser analisado [equilíbrio da curva (P/L)], que traduz o equilíbrio do alveograma.

### **3.2.5 Tenacidade/Extensibilidade (P/L)**

Representa equilíbrio da massa, em que P é a tenacidade ou resistência da massa à deformação e L, a extensibilidade da massa (UFRGS, [s.d.]). Para Guarienti (1996), as farinhas que apresentam valores de P/L menores de 0,60 são consideradas de glúten extensível, ou seja, esticam com maior facilidade. Glúten balanceado são para valores de P/L 0,61 a 1,20 e para valores de P/L acima de 1,21 glúten tenaz, com maior firmeza (GERMANI, 2007). Para pães congelados, tem-se utilizado na indústria, valores de P/L maiores que 1,60. Vale ressaltar que a relação P/L por si só não é suficiente para avaliar a farinha na massa, sendo de extrema importância avaliar o conjunto dos parâmetros (Pizza e Massa, 2014).

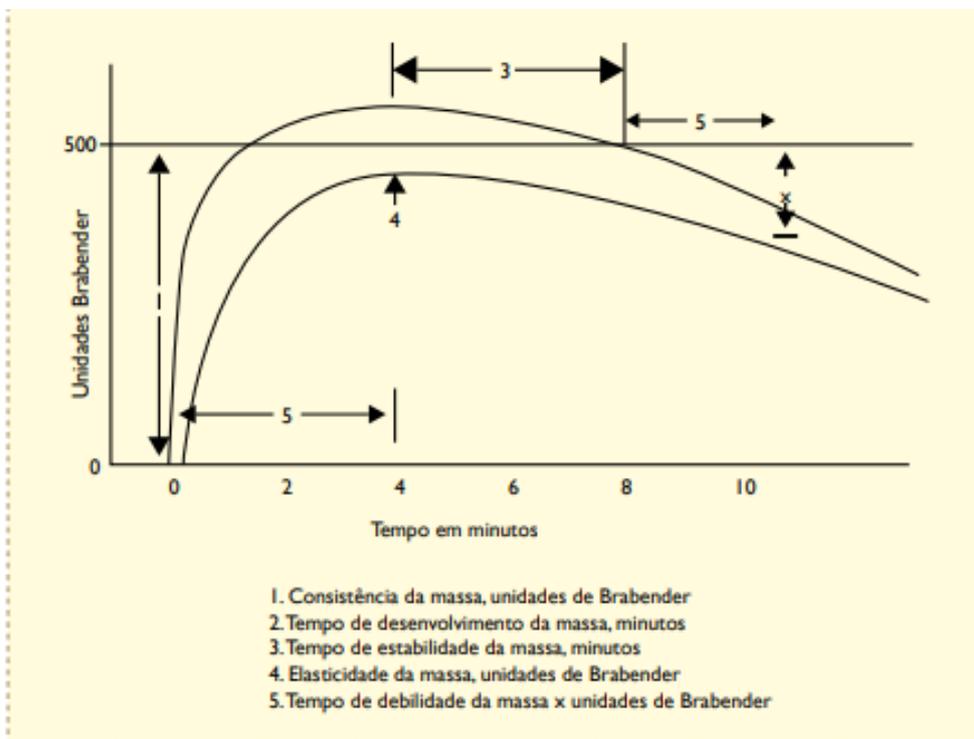
### **3.2.6 Índice de elasticidade (Ie)**

O índice de elasticidade está relacionado à recuperação da forma inicial após a deformação, definido pela relação P200/P máximo do alveograma, expresso em porcentagem. A relação P200/P está relacionada diretamente com a elasticidade da massa e é medida no equipamento após insuflar 200 mL de ar na massa, que corresponde a 4 cm após o início da curva. Essa análise permite melhor avaliação do comportamento reológico da massa (Viecili, A., et al, [s.d.]). O Ie varia de 25 a 75%, sendo o Ie ótimo de 45 a 50%, para fabricação de pão francês, em farinha sem correção. Na fabricação de pão francês, existe ainda a correção de farinhas, com adição de ácido ascórbico, o que faz com que a resistência da farinha ótima se situe entre 50% e 55% (KITISSOU, 1995).

## **3.3 FARINOGRAFIA**

A farinografia é um dos testes mais completos e sensíveis para a avaliação da qualidade de mistura e absorção de água da massa da farinha de trigo. É utilizada para determinar alguns atributos de qualidade da farinha de trigo, auxiliando desde a sua extração, até a expedição (UFRGS, [s.d.]). Esses parâmetros indicam, por exemplo, a resistência mecânica da massa, o tempo do processo fermentativo, absorção de água, tempo de desenvolvimento, entre outros. A Figura 19, demonstra como analisar um farinograma.

Figura 19 - Análise de um farinograma



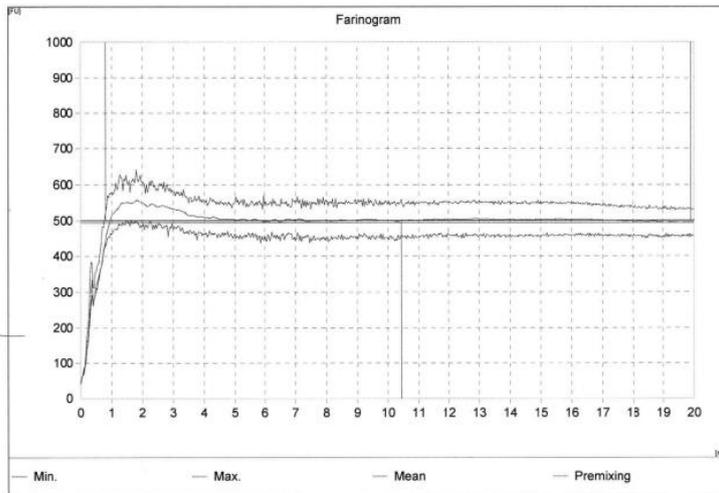
Fonte: Pizzas e Massas, nº13, 2014

O farinógrafo consiste em uma masseira, com duas facas de formato zigmoidal, que giram em sentido contrário, onde se coloca a amostra, e um dinamômetro que mede a força requerida, gerando um gráfico (Figura 20) que mostra as variações ocorridas durante o processo de mistura.

A farinografia completa é realizada em duas etapas, sendo a primeira, feita por meio de titulação com 300g da amostra da farinha a ser analisada, na base de 14% de umidade (dependendo do laboratório), colocada na masseira do farinógrafo. Após a agitação, e com o equipamento em movimento, adiciona-se água até que apareça uma linha contínua no registrador que indique 500 UF (unidades farinográficas). Com essa água adicionada, se obtém um indicativo da absorção de água da farinha (UFRGS, [s.d.]).

Na segunda etapa desse procedimento, a farinha de trigo é submetida a ação mecânica constante sob condições experimentais – quantidade de água e farinha previamente determinadas pela curva de titulação - pelo tempo de mistura de 20 minutos utilizando o farinógrafo Brabender (Figura 21), como mostra a Figura 22 (Fundação ABC, [s.d.]).

Figura 20 - Gráfico expresso pelo farinógrafo



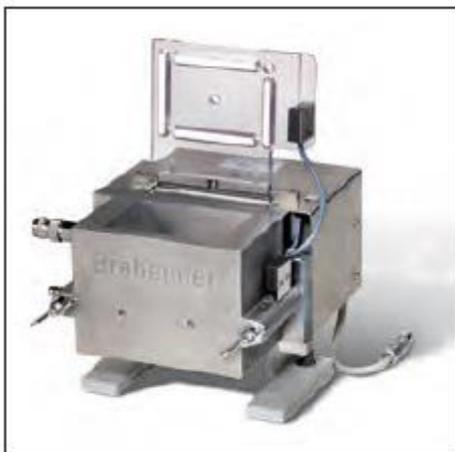
Fonte: Eurogerm, 2021

Figura 21 - Equipamento Brabender



Fonte: Inta, 2011 e AACC 54-21, Método Internacional, 2011

Figura 22 - Masseur Brabender



Fonte: Brabender, 2011

A análise farinográfica é feita em uma quantidade de água fixa onde a massa atinge 500 UF (UFRGS, [s.d.]), na curva de titulação. Por ser uma análise completa, proporciona relacionar gráficos com a qualidade de uma farinha fraca ou forte, como mostra a Figura 23. Seus atributos de qualidade medidos no farinograma estão indicados abaixo.

Figura 23 - Perfil de um farinógrafo de farinhas fracas e fortes



Fonte: Pizzas e Massas, nº13, 2014

### 3.3.1 Absorção de água

É a quantidade de água necessária para que a massa atinja a consistência ótima de 500 UF. A absorção de água aumenta com o aumento da quantidade de proteína, aumentando a força do glúten (SINGER, C., 2006).

### 3.3.2 Tempo de desenvolvimento da massa (TDM)

É o tempo requerido contado a partir da adição de água para que a curva farinográfica atinja o seu ponto máximo, ou seja, que indica o ponto de máxima consistência, antes da indicação de enfraquecimento (Costa, M. et al, 2008). Na prática, o tempo de desenvolvimento determina o percentual de absorção de água da farinha, indicando qual a consistência ideal para a fabricação dos pães (UFRGS, [s.d.]).

### 3.3.3 Estabilidade (EST)

A estabilidade é um indicativo da resistência, expressa em segundos, que a massa possui sob tratamento mecânico e ao tempo fermentativo na fabricação de pães (Fundação ABC, [s.d.]). Essa leitura geralmente é realizada na linha de 480 UF ou 520 UF, por meio de um traço paralelo a linha de 500 UF (UFRGS, [s.d.]).

### 3.3.4 Índice de tolerância à mistura (ITM)

Este índice fornece informações sobre a diferença expressa em UF entre o topo da curva no pico e o topo da curva após cinco minutos do pico ser alcançado (Granotec, 2001). Com

isso, indica a maior ou menor tolerância da massa à mistura (UFRGS, [s.d.]). Quanto maior o ITM, menor é a tolerância da massa ao ser misturada.

### 3.4 MIXOLAB

A avaliação da qualidade da farinha de trigo pode ser feita de várias maneiras. Os métodos reológicos já citados anteriormente são os mais comuns. Entretanto, os métodos já mencionados avaliam os constituintes da farinha de trigo individualmente, sem levar em consideração a interação que existe entre eles. O Mixolab (Figura 24) possibilita justamente avaliar o comportamento reológico da massa (farinha de trigo + água) com as interações entre amido, proteínas, enzimas e outros componentes (Oro., T. [s.d]).

Figura 24 - Equipamento Mixolab



Fonte: Chopin Technologies, 2020

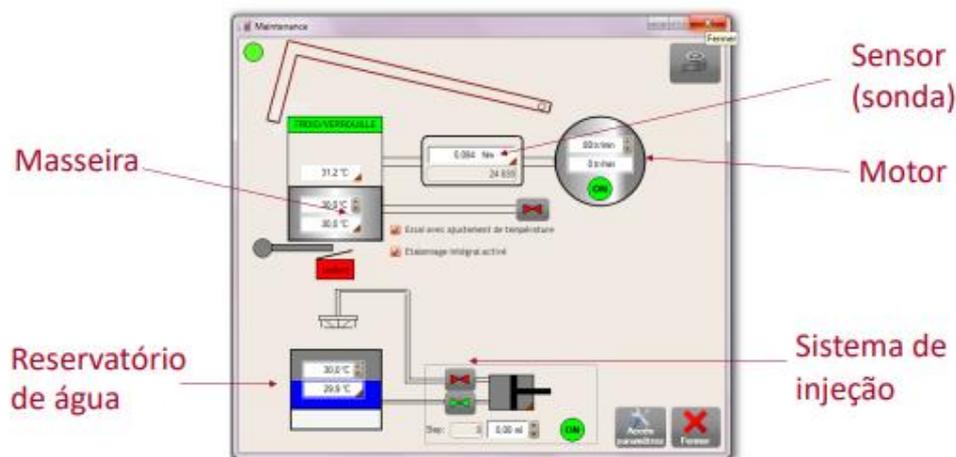
Portanto, o Mixolab é um instrumento de análise que mede as propriedades da massa ao longo do amassamento e de mudanças de temperatura - aquecimento e resfriamento – tudo isso em um único equipamento, utilizando apenas de 50g de farinha, e exibe seus resultados em menos de uma hora (Chopin Technologies, KPM Analytics, 2020). Para o entendimento de seu funcionamento, o Mixolab é dividido em: Hardware (mecanismo de ação) e Standard (Chopin+ e Profiler – análises).

Os mecanismos constituintes do equipamento são:

- maseira;
- injeção de água;
- sensor;
- motor;
- sistema de injeção.

E podem ser representados pelo esquema da Figura 25.

Figura 25 - Princípio da análise do Mixolab



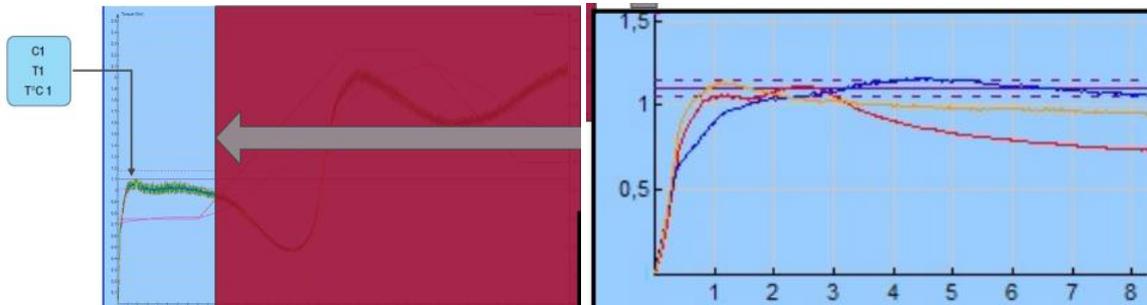
Fonte: Chopin Technologies, 2020

Para entender as análises propriamente ditas, será dividido primeiro o Protocolo Chopin+, e, posteriormente, o Protocolo Profiler. A análise Stantard – Protocolo Chopin+, é dividida nas seguintes fases:

- Fase 1: Comportamento no amassamento: primeira curva do gráfico, pontos C1, T1 e T °C1 avaliam absorção, ou seja, capacidade de retenção de água e classifica a farinha de acordo com o nível da curva (fraca, intermediária ou forte) – Figura 26;
- A curva CS avalia a mistura, ou seja, a tolerância do amassamento e qualidade de oxidação da massa.
- Fase 2: Impacto do aquecimento e do amassamento: segunda curva do gráfico, pontos C2, T2 e T °C2 avaliam o volume da farinha pelo Glúten + , analisam o comportamento do glúten mediante aquecimento e ativação das enzimas proteolíticas (elevado – massa instável ou baixo – massa tenaz) – Figura 27;
- Fase 3: Gelatinização do amido: terceira curva do gráfico, pontos C3, T3 e T °C3 avaliam a intensidade de gelatinização, fatores que impactam o volume e textura do miolo do pão – Figura 28;
- Fase 4: Estabilidade do gel de amido: quarta curva do gráfico, pontos C4, T4 e T °C4 avaliam a estabilidade do gel em alta temperatura e ativação de enzimas amilolíticas, podendo ter baixa ou alta atividade amilásica – Figura 29;
- Fase 5: Retrogradação do amido (recristalização de amilopectinas, indicador de craquelamento e endurecimento do pão): quinta e última curva do gráfico, pontos C5, T5 e T °C5 avaliam a vida útil do pão que é diretamente proporcional à retrogradação

do amido, ou seja, se C5-C4 for elevado, baixa vida útil, se C5-C4 for baixo, longa vida útil – Figura 30.

Figura 26 - Mixolab: Comportamento da massa no amassamento



Legenda:

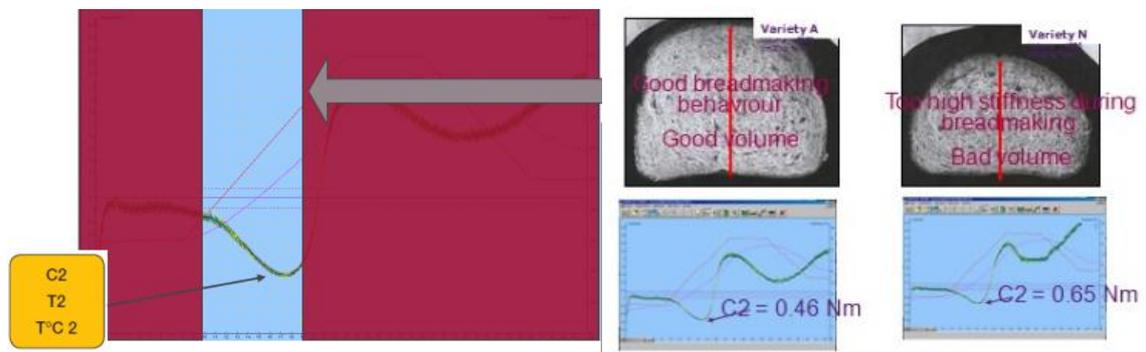
Curva Azul – farinha forte

Curva Amarela – farinha intermediária

Curva Vermelha – farinha fraca

Fonte: Chopin Technologies, 2020

Figura 27 - Mixolab: Impacto do aquecimento



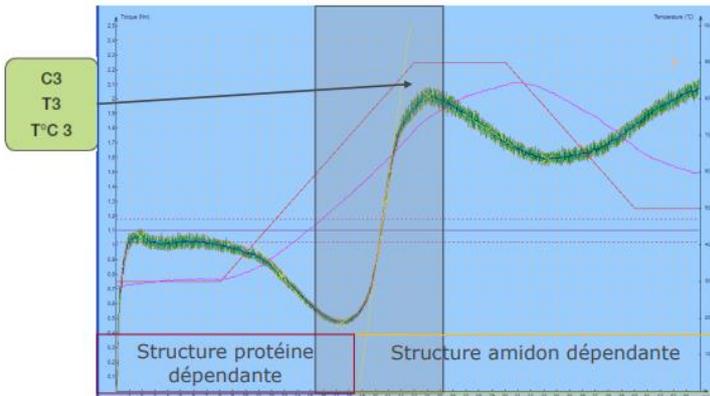
Legenda:

C1-C2 (elevado – massa instável) = Variedade N: Volume ruim

C1- C2 (baixo – massa tenaz) = Variedade A: Bom volume

Fonte: Chopin Technologies, 2020

Figura 28 - Mixolab: Gelatinização do amido



Legenda:

C3: zona que impacta o volume a textura do miolo

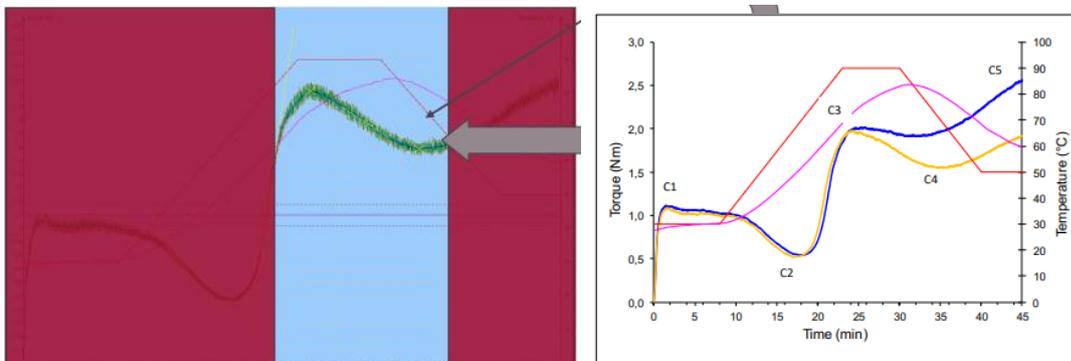
C3-C2 depende da funcionalidade do amido e interações de amido-proteínas, amido danificado e atividade amilásica

Structure protéine dépendante: Estrutura dependente de proteína

Structure amidon dépendante: Estrutura dependente de amido

Fonte: Chopin Technologies, 2020

Figura 29 - Mixolab: Estabilidade do gel do amido



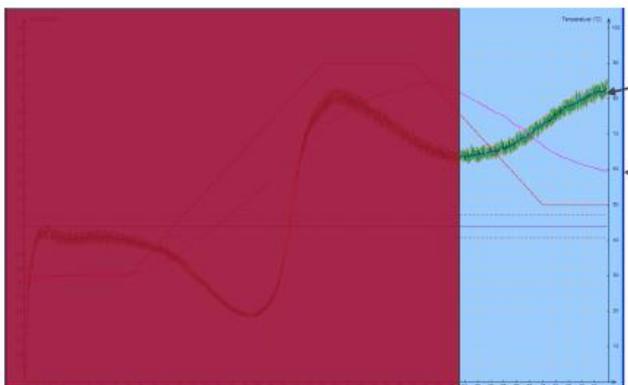
Legenda:

Baixa atividade amilásica – curva azul

Alta atividade amilásica – curva laranja

Fonte: Chopin Technologies, 2020

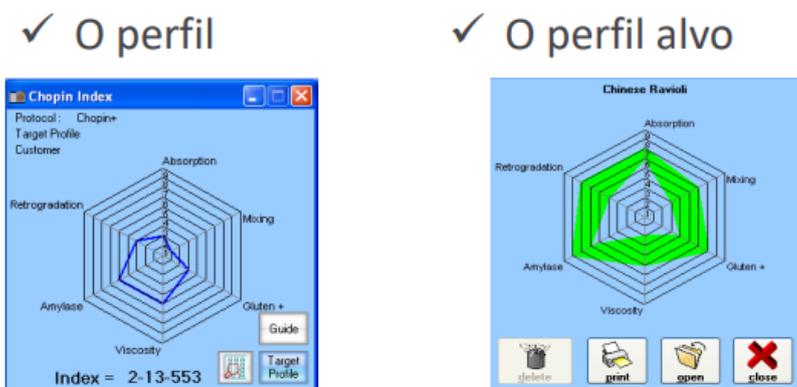
Figura 30 - Mixolab – Retrogradação do amido



Legenda: C5 está relacionada a vida útil do pão  
C5-C4 elevado: baixa vida útil (curva roxa)  
C5 - C4 baixo: longa vida útil (curva vermelha)  
Fonte: Chopin Technologies, 2020

A outra análise realizada pelo Mixolab, é o Profiler, que simplifica a informação e interpretação das curvas do Mixolab, gerando um perfil da amostra que controla a qualidade da farinha de trigo, como mostra a Figura 31. O Profiler converte o perfil do gráfico radar - que possui notas de 0 a 9 para seis atributos (Figura 32) - em uma curva e ao final da análise, o Mixolab Profiler compara o Perfil analisado (farinha utilizada no processo, por exemplo), com o Perfil Alvo (faixa em verde da Figura 31), gerando um código IN (Farinhas tem as qualidades demandadas pelo produto final) ou OUT (Especifica que as farinhas estão fora do padrão de qualidade desejado) (Chopin Technologies, KPM Analytics, 2020).

Figura 31 - Mixolab Standard Profiler

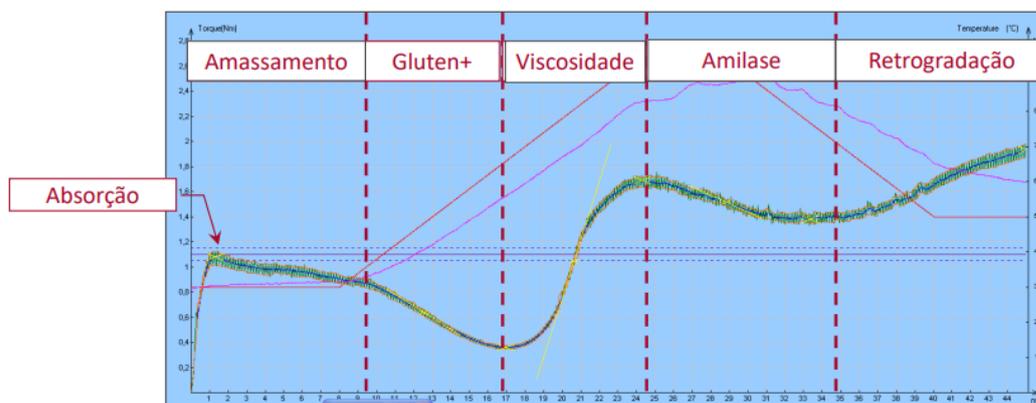


Legenda:  
Atributos: Absorção; Mistura; Glúten +; Viscosidade; Amilase e Retrogradação

Linha azul: pontuação dos atributos da farinha analisada  
Faixa verde: perfil alvo da farinha que se procura encontrar

Fonte: Chopin Technologies, 2020

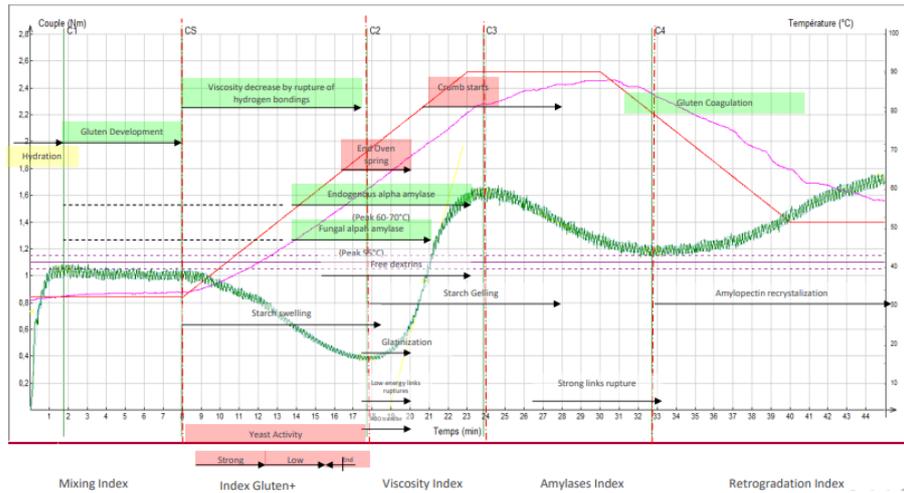
Figura 32 - Parâmetros de farinha de trigo determinados pela análise do Mixolab



Fonte: Chopin Technologies, 2020

O Mixolab por ser considerada uma ferramenta particularmente polivalente, pois tem variadas funções de análises e aplicações: como caracterização de farinhas puras, gera dados de especificações da farinha em questão, indica o perfil de influência do amido danificado, analisa aditivos e ingredientes adicionados a mistura, e o principal deles, analisa as misturas de farinhas, os famosos blends utilizados pelas indústrias de panificação, informando, por exemplo que a mistura de 50% farinha A com 50% da farinha B é mais fraca ou mais forte que o blend 75%/25% (Chopin Technologies, KPM Analytics, 2020). Com a análise de Mixolab, também é possível gerar dados de glúten vital, amido puro, glúten e amido, ou seja, informações vitais e essenciais para um entendimento complexo da farinha de trigo, como mostra o gráfico completo da Figura 33.

Figura 33 - Mixolab Standard Chopin+ completo



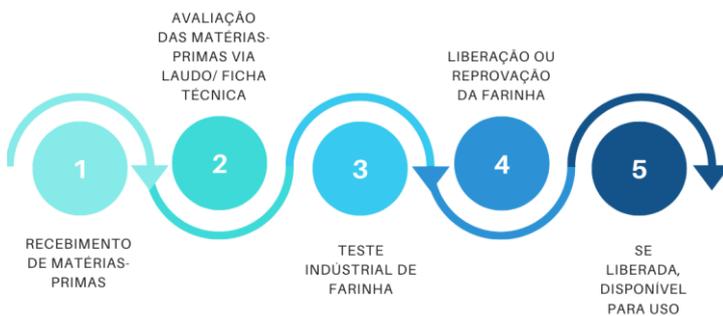
Fonte: Chopin Technologies, 2020

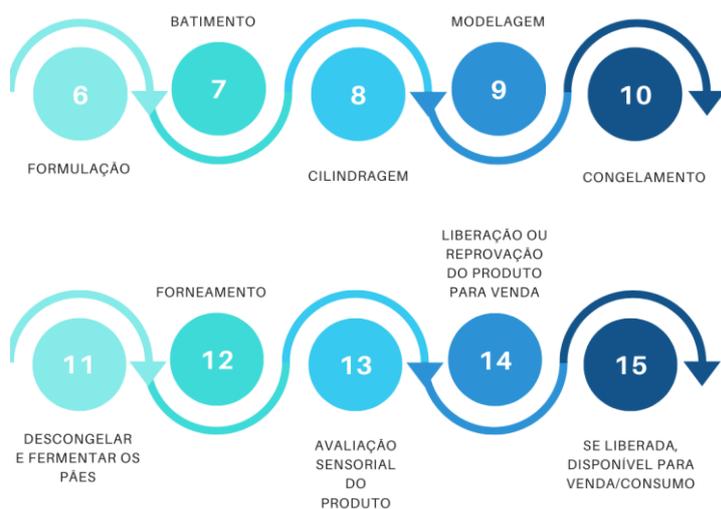
No Brasil, essa é uma ferramenta nova no mercado de panificação que tem o poder de relatar informações importantes para as indústrias de panificação congelada sobre desempenho das farinhas e blends que utilizam em seu sistema.

### 3.5 PADARIA

Os testes de padaria, permitem realizar teste oficial - em escala industrial ou não - da performance da farinha que está sendo utilizada ou que se pretende homologar e o desempenho obtido no seu produto final: o pão francês. Para tanto, são analisados alguns fatores antes de levar o pão para fermentar e assar. Esses parâmetros, apesar de não pertencerem a um órgão regulador oficial, servem de parâmetro para que os pães atinjam um padrão de produção em larga escala. Na Figura 34 é mostrado o processo produtivo de pão francês cru congelado, com todas as etapas, desde o recebimento da matéria-prima até o produto acabado destinado à distribuição.

Figura 34 - Fluxograma de produção de pão francês cru congelado





Fonte: Da autora, 2021

### 3.5.1 Preparação da massa do pão francês

A preparação da massa do pão francês pode ser dividida de acordo com os seguintes tópicos:

#### 1 – Mistura

A mistura é a primeira etapa do processamento de qualquer produto do ramo da panificação e tem como principal objetivo a homogeneização de todos os ingredientes. Nesse processo, para a fabricação dos pães francês cru congelados, são adicionados primeiramente todos os produtos secos (farinhas, sal, melhorador (se houver), fermento seco ou fresco, acontecendo nessa etapa a aeração da farinha com os demais ingredientes. Logo em seguida, adiciona-se também a água gelada e, ou também gelo e inicia o batimento.

#### 2 – Sova

No momento em que o amassamento atinge o ponto considerado ideal (ponto com absorção máxima da massa), é iniciada a sova da massa. Dessa forma, ocorre a ativação do glúten e a massa ganha propriedades elásticas conforme o desejado para cada formulação.

Para Brandão e Lira (2011), existem alguns tipos diferentes de batimentos/sovas, que se diferenciam de acordo com a rotação e velocidade. Estas são divididas em:

- Lenta: baixa rotação, requer uso de cilindro para completar a formação da rede de glúten;

- Semirrápida: possui duas velocidades (lenta e rápida) e é controlada com temporizadores, equipamento esse que fornece maior rendimento e pães com miolos mais abertos. Este tipo de sova, é a mais utilizada pelas indústrias;
- Rápida: única velocidade de alta rotação, sem necessidade de cilindro.

### 3 – Tempo de batimento

Considerando que a maioria das indústrias de panificação utilizam o batimento semirrápido, as definições das quantidades de batimento lento e rápido também são fatores determinantes para a qualidade do produto final. Entender a linha de processo e o processamento do pão francês, garante que a farinha absorva a quantidade de água necessária, sove o necessário, para que essa massa não fique aquém ou além do ponto.

### 4 - Temperatura da água

Outro fator importante na linha de processamento de pães francês cru congelado é a faixa de temperatura na qual circula a água. Esse parâmetro contribui para que a massa atinja a temperatura desejada e não esquite/fermente antes do tempo, podendo causar prejuízos na qualidade do produto final. Para pães congelados, a faixa ideal da temperatura da água é de 0°C a 2°C.

### 5 – Temperatura inicial da massa

Após a finalização das etapas de batimento lenta e rápida, é importante acompanhar qual a temperatura inicial da massa, antes que essa passe por outras etapas de transformação que a farão ganhar temperatura, garantindo que mesmo que a massa ganhe alguns graus, não atrapalhe o processo e comece a fermentar antes do tempo.

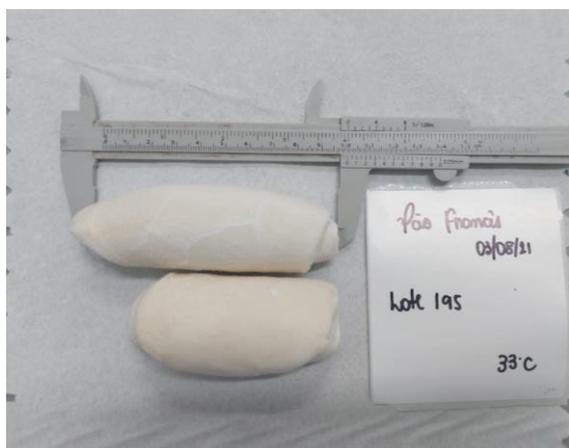
## 3.5.2 Cilindragem

A etapa de cilindragem serve como um auxiliar da masseira e tem por objetivo homogeneizar o bastão de massa, facilitando a formação de uma fita que passe sem dificuldades pela modeladora, através de sucessivas passagens nos rolos de cilindro. Nessa etapa é de fundamental importância controlar a quantidade de vezes pela qual a massa passa pelo cilindro. A cilindragem é um processo determinante na textura da massa. Caso seja cilindrada muitas vezes, a massa poderá ficar muito pegajosa, grudando com mais facilidade, comprometendo a padronização dos produtos e a maquinabilidade do processo.

## 3.5.3 Modelagem

A modelagem é o processo no qual a massa ganha forma e é colocada em bandejas automatizadas ou levada diretamente por esteiras para o túnel de congelamento. Nessa etapa, dois fatores que se deve ter atenção são o formato: para evitar que produtos fora do padrão sejam levados para o congelamento e posterior embalagem; e a textura da massa: indícios se a massa está pegajosa, “enxuta”, macia, dura, etc. Esses pães fora do padrão podem conter erro de peso, da quantidade de voltas do pão, massas e bordas aparentes, dobras mal-formadas, etc., veja um desses exemplos na Figura 35.

Figura 35 - Pães fora do padrão



Fonte: Da autora, 2021

#### 3.5.4 Ponto de véu

É após a modelagem que também se avalia outro fator importante: o ponto de véu do pão francês. Esse ponto relaciona a qualidade da farinha com o batimento da massa, propiciando a estimativa da força do glúten (forte ou fraca). Também se pode perceber se o véu está resistente e bem formado, quantidade aparente de cinzas, elasticidade e extensibilidade da massa, entre outros. O ponto do véu pode ser observado na Figura 36. Ele é obtido ao se esticar a massa ao máximo até que ela se apresente fina, quase transparente.

Figura 36 - Ponto de véu do pão francês



Fonte: Da autora, 2021

### 3.5.5 Temperatura final da massa

De acordo com GÉLINAS, P. (1996), a qualidade da massa congelada varia com a formulação, assim como com as condições de processo. Geralmente processos em que a massa passa por cilindragem e modelagem por máquinas, tendem a acrescentar de 2°C a 3°C a partir da temperatura inicial -  $T_i$  da massa (medida feita após sair da masseira). NEYRENEUF, O., VAN DER PLAAT, J.B (1991), afirmam que a temperatura ideal a ser alcançada pela massa, depois da mistura, é de 20 °C, evitando-se, desta forma, o início do processo de fermentação. Na Figura 37, podemos ver uma medição realizada após a modelagem da massa.

Figura 37 - Aferição de temperatura final da massa (antes do congelamento)



Fonte: Da autora, 2021

### 3.5.6 Congelamento

A velocidade e o tipo de congelamento são fatores fundamentais para que todo o processo anterior para a produção de pão francês não tenha sido em vão. Claro que fatores como esses, dependem do formato e tamanho do pão e da formulação empregada. Devido à escassez de publicações a respeito de pão francês congelado, os dados apresentados na literatura referem-

se sobre pães em geral, com diferentes recomendações sobre qual a faixa ideal de temperatura para esse produto. Desta forma, torna-se difícil chegar ao consenso e cada empresa/indústria acaba adotando o próprio sistema de melhor condição.

Sabe-se, pelo menos, pela literatura, que o congelamento lento, entre 1 e 3 °C/min, não afeta a performance da massa depois do descongelamento, garantindo alta taxa de sobrevivência das leveduras (GÉLINAS, P., DEAUDELIN, I., GRENIER, M., 1995). Além do estudo feito pelo próprio autor, de vida de prateleira de pães francês congelados, sabe-se que com o passar do tempo, os danos às leveduras aumentam devido ao congelamento (HSU et al, 1979). Assim, recomendam o armazenamento da massa, depois de submetida ao congelamento, em temperatura inferior (-18 °C) e, portanto, temperaturas superiores a esta devem ser evitadas, pois resultam em massa congelada de baixa qualidade. Estas condições foram experimentadas e aprovadas por NEYRENEUF & VAN DER PLAAT na produção de pão francês: congelamento a -34 °C, com taxa de congelamento de 1 °C/min e armazenamento a -20 °C. Essas massas congeladas, produzidas com todos os protocolos de qualidade, e processos adequados, são estáveis por pelo menos 90 dias, desde que os produtos são ressequem devido ao frio (GÉLINAS, P., DEAUDELIN, I., GRENIER, M, 1995).

### **3.5.7 Análise sensorial**

De todos os produtos fabricados pelas empresas brasileiras de panificação e confeitaria, o pão tipo francês é, sem dúvidas, o principal gerador de fluxo de clientes. Ele é o grande responsável pelas pessoas irem às padarias, supermercados e conveniências todos os dias – para garantir o famoso pãozinho. Diante disso, a ABNT, elaborou a norma, a “NBR 16170 - Panificação – Pão tipo francês – Diretrizes para avaliação da qualidade e classificação” trazendo para o segmento de panificação e confeitaria a oportunidade de conhecer e melhorar a qualidade do pão tipo francês fabricado no país a partir da avaliação das características externas, internas e sensoriais do produto, como crosta, aparência, miolo, sabor, entre outras.

A ABNT NBR 16170 apresenta vários atributos que devem ser considerados para um pão tipo francês de qualidade, entre eles, podemos destacar os mais simples e visíveis, como a cor da crosta, pestana, crocância, cor do miolo, textura do miolo, entre outros. Outro fator determinante é o tamanho do pão. Geralmente, um pão dentro do padrão tem cerca de 14 cm de comprimento por 7 cm de largura, entretanto, esse valor pode mudar de acordo com o padrão que a indústria pretende vender.

Diante dessas informações de análise sensorial, a ABNT também fornece uma espécie de gabarito para identificar e pontuar os aspectos de um pão de qualidade, como no exemplo da

Figura 38, sendo as demais características seguidas do mesmo modelo de avaliação.

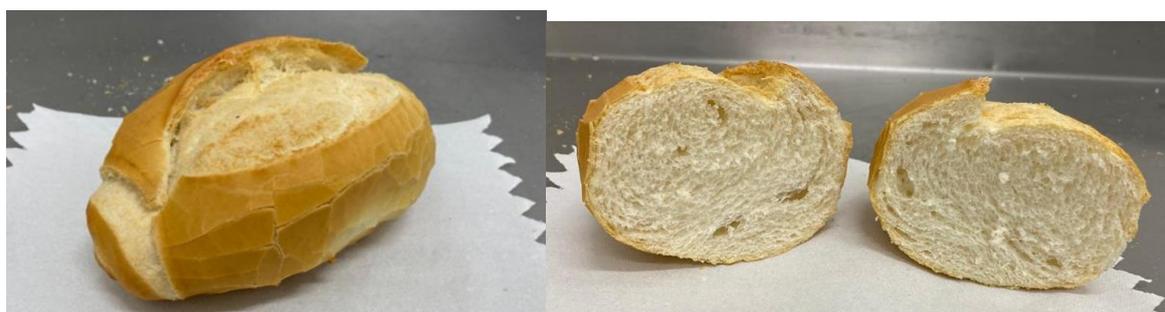
Figura 38 - Avaliação sensorial para a crosta de Pão Francês de acordo com a ABNT

		PONTUAÇÃO						
		0	2 pt	4 pt	6 pt	8 pt	10 pt	
Características externas	Crosta	Cor da crosta						
		Pestana						
		Crocância						
		Aspecto						

Fonte: ABNT, 2015

Ainda de acordo com o Guia de Implementação da ABNT NBR 16170, o pão francês conforme a norma possui bom desenvolvimento e é assado por inteiro. Sua crosta é amarelodourada, ligeiramente espelhada, lisa e bem aderente ao miolo, ao cortar ao meio, o miolo não apresenta estrangulamento e tem uma coloração creme claro – este pão “ideal” é apresentado na Figura 39. Ao se cortar o pão ao meio, o miolo não apresenta estrangulamento e tem uma coloração creme claro. A pestana fica destacada com a abertura motivada pela incisão feita na massa. Sua vida útil é de cerca de 4 horas, depois que sai do forno. Depois disso, começa a ressecar e murchar.

Figura 39 - Pão francês "ideal"



Fonte: Da autora, 2021

Quando o pão não ganha volume expressivo, não possui uma pestana destacada, craquelamento é abaixo da média ou inexistente, crosta apagada, com manchas ou estrias. Estes são sinais de que o processo, e principalmente, a farinha não estão seguindo os padrões de qualidade exigidos e por isso o produto não performa dentro do esperado. Um outro defeito encontrado em pães francêss, são as bolhas (Figura 40), que podem significar dois problemas

diretos: farinhas fracas, com baixa retenção de gases, ou algo muito comum em pães que ficaram por muito tempo na câmara de fermentação com grandes alterações de temperatura (aumento e diminuição brusca por longos períodos).

Figura 40 - Defeito: bolhas



Fonte: Da autora, 2021

Desse modo, a importância da análise sensorial no setor de panificação de congelados é de grande importância por avaliar, internamente, produtos que só serão assados em seus pontos de venda, podendo controlar problemas futuros.

A aceitabilidade mercadológica e a qualidade do produto deve ser parte inerente ao plano de controle de qualidade de uma indústria. É por meio dos órgãos dos sentidos que estas avaliações são feitas, e, como são executadas por pessoas, é importante um criterioso preparo das amostras testadas, ter em mente um padrão para ser comparado e alcançado, além de adequada aplicação do teste para se evitar influência de fatores externos, como, por exemplo, interferência de luz, que altera a interpretação da coloração do produto. Por isso, cada indústria deve adotar seu modo de leitura e interpretação dos resultados, como por exemplo de verificação o que se sugere na Figura 41. Nessa figura é possível perceber a avaliação de parâmetros sensoriais de qualidade do pão francês, como grau de pestana, cor da casca, características da casca, forma e simetria.

Figura 41 - Parâmetros de avaliação sensorial do pão francês

PESTANA		COR DA CASCA		FORMA E SIMETRIA		
 Aberta Levantada Centralizada	Excelente	 Dourada Uniforme Brilhante	Excelente	 Simétrica Redondo	Excelente	
		 Natural Levemente tostada	Ótimo			
		 Ligeiramente alterada (clara ou escura) Desuniforme	Bom			
 Semi-aberta Levantada	Ótimo	 Muito escura Muito pálida	Regular	 Simétrica Levemente modificada	Ótimo	
		<b>CARACTERÍSTICAS DA CASCA</b>				
 Aberta Sem pestana	Bom	 Fina Macia Crocante	Excelente	 Assimétrica Achatada	Bom	
		 Macia Crocante	Ótimo			
 Fechada	Regular	 Lisa Opaca	Bom	X	Deformada	Regular
		 Lisa Opaca Grossa	Regular			

Fonte: Da autora - baseado nas normas da ABNT (2015), 2021

### 3.5.8 Glúten

Como já citado anteriormente, no processo de fermentação do pão, o glúten contido na farinha de trigo é o responsável pela retenção dos gases no interior da massa, fazendo que o pão aumente de volume (fermentação e assamento) e não diminua após esfriar. Brandão e Lira (2011) afirmam que farinhas com glúten forte terão tempo de batimento maior e para farinhas com glúten fraco, o tempo de batimento deverá ser menor. O teste de glúten realizado em padarias avalia a performance da farinha adicionando água na proporção de 60%. Ou seja, para 100g de farinha, adiciona-se 60mL de água. O passo-a-passo para esse processo está descrito a seguir e na Figura 42.

- 1- Pesar 100g de farinha de trigo;
- 2- Adicionar 60mL de água;
- 3- Sovar a massa (desenvolver o glúten);
- 4- Fazer “uma bolinha” com a massa;
- 5- Coloca a bolinha submersa na água;
- 6- Deixar descansar por um período de uma a duas;
- 7- Retirar o excesso de amido em água corrente;
- 8- Pesar o glúten úmido;
- 9- Colocar para assar o glúten em forno pré-aquecido a 200°C por uns 15min;
- 10- Pesar o glúten seco;
- 11- Avaliar o aspecto da bolinha de glúten seco.

Figura 42 - Fluxograma processo teste de glúten



Fonte: Da autora, 2021

### 3.5.8 Determinação da presença de ácido ascórbico

O ácido ascórbico é uma substância com importantes funções metabólicas e tecnológicas, utilizada de maneira intencional na panificação porque possui propriedades que alteram a reologia das massas, tornando-as mais elásticas e menos extensíveis, que são propriedades desejáveis na produção de pães francêss (Saraiva et al., 2010).

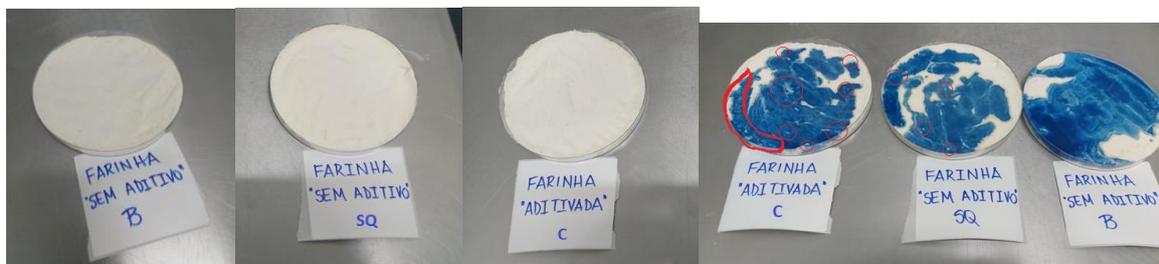
Embora existam outras substâncias oxidantes permitidas e utilizadas na panificação, como por exemplo o iodato de potássio, azodicarbonamida, o ácido ascórbico são os oxidantes mais utilizados na panificação. Claramente, isso está relacionado ao fato do ácido ascórbico ser uma substância que proporciona fortalecimento extra às massas, além de não ter restrição de uso (LOPES et al., 2007). Entretanto, na indústria de panificação congelada, a adição de ácido ascórbico em farinhas de trigo não é bem-vinda, pois na maioria dos casos, a indústria já adiciona uma mescla de melhorador específica destinada ao pão francês e com isso, a aditivação da farinha cria um conflito enzimático que não traz benefícios ao produto ou até mesmo, piora algumas características sensoriais.

Outro oxidante que era amplamente usado na aditivação de farinhas, era o bromato de potássio, entretanto devido à sua ação tóxica no organismo, a aplicação desse agente na panificação como melhorador de farinha foi proibida no Brasil (BRASIL, 2009). Entretanto, o uso clandestino do bromato de potássio continua sendo possível e por isso, deve existir parceria entre moinhos e indústria, para que as farinhas estejam de acordo com as conformações firmadas entre eles e a proposta exigida, cumprida.

Para casos onde essa parceria de confiança seja rompida e/ou exija uma contraprova, existe hoje no mercado, uma solução de determinação de ácido ascórbico e cisteína, através do uso do reagente dicloroiofenol para verificação de aditivação.

Para o procedimento dessa análise, deve-se colocar uma amostra de farinha de trigo, em uma placa de petri limpa e esterilizada, deixando a superfície lisa. Posteriormente, se espalha a solução de dicloroiofenol diluída sobre a superfície da farinha, umedecendo a amostra, deixando descansar por pelo menos 10 minutos. Caso a farinha apresente o oxidante ácido ascórbico ou cisteína, aparecerá pontinhas brancas no líquido azul imerso sobre a farinha. Na Figura 43, tem uma amostra de três amostras de farinhas de trigo diferentes. A primeira (B) com determinação do moinho de que está sem aditivação, a segunda (SQ), com aditivação intencional e a terceira sem aditivação (C). Entretanto, após análise e interpretação dos resultados, concluiu-se que a Farinha B, realmente não possui aditivação como indicava o moinho. A Farinha SQ, que constava ser sem aditivo apresentou algumas manchas brancas, provavelmente de uma contaminação cruzada com outra farinha nos silos de armazenagem ou na própria moagem. E a Farinha C que comprovadamente mostrou-se aditivada, com várias manchas brancas na amostra. Ao final, tem-se a representação de todas as amostras lado a lado, para efeito de melhor visualização e comparação.

Figura 43 - Teste de determinação de ácido ascórbico



Fonte: Da autora, 2021

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A qualidade é um dos pilares que sustenta qualquer indústria de alimentos. Ao expor os parâmetros de qualidade de um produto com tantas variantes como o trigo, nota-se que a exigência para com essa matéria-prima deve ser muito maior, e, portanto, acompanhada sistematicamente. É importante lembrar que cada indústria, cada processo de produção de pão francês cru congelado adota uma determinada formulação e determinado passo-a-passo para se obter o padrão desejado. Sendo assim, uma excelente especificação de farinha de trigo para esse processo, não necessariamente se adequaria ao processo de outra indústria e por isso não existe um parâmetro único, e sim, faixas de parâmetros que são utilizados para a produção de pão

francês

cru

congelado.

Apesar de uma bibliografia extensa na área de panificação a respeito de pães, a maioria dos trabalhos e artigos se referem a produtos de panificação no geral, e não especificamente de pão francês cru congelado, o que gera divergências entre o que se tem em estudo e o que se aplica. Outro fator que restringe as informações, é que cada indústria mantém sigilo sobre esses parâmetros, pois uma vez que o processo seja aberto, isso possibilita maior concorrência no principal produto de venda.

Com base em tudo o que foi apresentado, nota-se a importância das indústrias de panificação em estudar os parâmetros de qualidade que definem uma farinha de trigo especial para a produção de pães francês cru congelado, além de entender bem o processo de fabricação de seus produtos. Conhecendo o processo e as matérias-primas, acompanhando de perto a fabricação, com análises regulares e as especificações sendo seguidas, a garantia de que esses produtos atenderão às características sensoriais desejadas são muito maiores.

Como os pães cru congelados, não necessariamente são produzidos e assados logo em seguida, é recomendável seguir além dos parâmetros mais comuns, de reologia e alveografia, outros parâmetros como, por exemplo, análise sensorial periódica e as análises de mixolab, para avaliar as características desse produto tão simples e tão complexo que é a farinha de trigo e, conseqüentemente, o pão francês.

Acompanhar esse estudo na indústria, permite trabalhar com farinhas de trigo específicas para o seu uso, fazendo que todo o processo trabalhe em melhoria contínua, com moinhos e indústria, oferecendo produtos cada vez mais satisfatórios para seus clientes, estabelecendo e fortalecendo a relação de parceria.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AACC. **Approved Methods of Analysis**. ed. 11th Edition , 2021. Disponível em:

<https://www.cerealsgrains.org/resources/methods/Pages/default.aspx>. Acesso em: 30 nov. 2021.

ABIP. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PANIFICAÇÃO E CONFEITARIA. **A História do Pão**. Evolução, [s. l.], 2019. Disponível em:

<https://www.abip.org.br/site/699-2/>. Acesso em: 24 set. 2021.

ABITRIGO. **Situação do mercado**. São Paulo: Associação Brasileira da Indústria do Trigo, 2003. Disponível em: <[http://www.abitrigo.com.br/situacao\\_de\\_mercado.asp](http://www.abitrigo.com.br/situacao_de_mercado.asp)>. Acesso em:

16 ago. 2021

ABITRIGO. **Trigo: Indústria prevê moagem estável esse ano.** Associação Brasileira da Indústria do Trigo, 2021. Disponível em: <<http://www.abitrigo.com.br/trigo-industria-preve-moagem-estavel-este-ano-de-126-milhoes-de-t-a-127-milhoes-de-t/>> . Acesso em: 22 jan.

2022

ABREU. P. A. A. **Caracterização dos Fatores Nutricionais e Antinutricionais de Sementes de frutos do cerrado.** Dissertação apresentada á coordenação do programa de pós-graduação, em ciência e tecnologia de alimentos, 2015

AL-MAHANESH, M. A.; RABABAH, T. M. **Effect of moisture content on some physical properties of green wheat.** J. Food Eng., California, v. 79, n. 4, p. 1467-1473, 2007.

BENASSI, V. T; WATANABE, E. **Fundamentos da tecnologia e panificação.** 1 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA- CTAA, 1997. 54 p.

BERGLUND, P.T., SHELTON, D.R., FREEMAN, T.P. **Frozen bread dough ultra-structure as affected by duration of frozen storage and freeze-thaw cycles.** Cereal Chemistry, St. Paul, v. 68, n. 1, p. 105-107, 1991.

BIESIEKIERSKI , Jessica R. **What is gluten?.** Wiley Online Library, Journal of Gastroenterology and Hepatology, ed. 32, p. Supply 1: 78–81, 2017. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jgh.13703>. Acesso em: 24 jan. 2022.

BIOVERA, X. X. **FORNO MUFLA NABERTHERM** , [s. l.], 2021. Disponível em: <https://www.biovera.com.br/forno-mufla-nabertherm-ate-1400c/>. Acesso em: 5 dez. 2021.

BRABENDER. **Brabender Farinograph**, 2021. Disponível em: <https://www.brabender.com/en/food/products/rheometers/standards-compliant-farinographs/>. Acesso em: 18 nov. 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 8, de 2 de junho de 2005. Regulamento técnico de identidade e qualidade da farinha de trigo. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 105, p. 91, 3 jun. 2005. Seção 1.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 39: **Esclarecimentos sobre o uso não autorizado de bromatos para alimentos.** Brasília: Anvisa, 2009. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/wps/portal/anvisa/anvisa/home/alimentos!/ut/p/c4/04\\_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hnd0cPE3MfAwMDMydnA093Uz8z00B\\_A3cvA\\_2CbEdFADQgSKI!/?1dmy&urile=wcm:path:/anvisa+portal/anvisa/inicio/alimentos/publicacao+alimentos/informes+alimentos/2009-01-07-39](http://portal.anvisa.gov.br/wps/portal/anvisa/anvisa/home/alimentos!/ut/p/c4/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hnd0cPE3MfAwMDMydnA093Uz8z00B_A3cvA_2CbEdFADQgSKI!/?1dmy&urile=wcm:path:/anvisa+portal/anvisa/inicio/alimentos/publicacao+alimentos/informes+alimentos/2009-01-07-39)>.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 38, de 30 de novembro de 2010. Regulamento técnico do trigo. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 29, p. 2, 1 dez. 2010. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa SARC nº 7, de 15 de agosto de 2001. Regulamento técnico de identidade e de qualidade do trigo. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 160-E, p. 33-35, 21 ago. 2001. Seção 1

CEREAL SDB. **Evolution of Wheat**, [s. l.], [s.d.]. Disponível em:

[https://www.cerealsdb.uk.net/cerealgenomics/WheatBP/Documents/DOC\\_Evolution.php](https://www.cerealsdb.uk.net/cerealgenomics/WheatBP/Documents/DOC_Evolution.php).

Acesso em: 9 nov. 2021.

CEZAR. A. C. Controle de qualidade em farinha de trigo. Estágio Supervisionado 2012.

Disponível Acesso em: 05 mar. 2022.

CHEN, J.; D'APPOLONIA, L. D. **Alveograph studies on hard red spring wheat flour**. Cereal Foods World, v. 30, n. 12, p. 862-867, 1985.

COELHO, A. *et al.* X. **Padrão de consumo de alimentos no Brasil**, [s. l.], 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/resr/a/WnsVqsc7pVwzRmLtMYzkPdN/?lang=pt>. Acesso em: 25 out. 2021.

COÊLHO, JACKSON. TRIGO: PRODUÇÃO E MERCADOS. **TRIGO: PRODUÇÃO E MERCADOS**, Banco do Nordeste, 2021. Disponível em: [https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/636/3/2021\\_CDS\\_151.pdf](https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/636/3/2021_CDS_151.pdf). Acesso em: 15 set. 2021.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de Safra Brasileira**. A Cultura do Trigo, Brasília, v.4, Safra 2016/2017, n.8, dezembro 2016. Disponível em:

[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_12\\_22\\_12\\_08\\_27\\_boletim\\_graos\\_dezembro\\_2016.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_12_22_12_08_27_boletim_graos_dezembro_2016.pdf). Acesso em: 24 de outubro de 2021.

COSTA, M. **Qualidade tecnológica de grãos e farinhas de trigo nacionais e importados**, Campinas, 2008. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/cta/a/dbD7WPS7XKxCf5r8XjdhY5B/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 6 dez. 2021.

COSTA, Maria das Graças. **Qualidade tecnológica de grãos e farinhas de trigo nacionais e importados**, [s. l.], 2008. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/cta/a/dbD7WPS7XKxCf5r8XjdhY5B/?lang=pt>. Acesso em: 11 set. 2021.

DEGENHARDT, R. **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA FARINHA DE TRIGO (*Triticum aestivum*) COMERCIALIZADA NA REGIÃO DE JOAÇABA, SC, BRASIL,**

[s. l.], 2014. Disponível em:

<https://portalperiodicos.unoesc.edu.br/jornadaintegradaembologia/article/view/4742>. Acesso em: 9 nov. 2021.

DOORENBOS, J., KASSAM. AH. **Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos.** Roma: FAO, 1979. 212 p. (FAO. Riego y drenaje, 33). Acesso em: 7 mar. 2022.

DRAPON, R.; GUINET, R.; NEYRENEUF, O.; PORTUS, J. La ultracongelación. In GUINET, R.; GORDON, B. **La Panificación: aspectos socioeconómicos, materias primas, agentes de fermentación, tecnología, calidad.** Barcelona, 1996, p.386-420.

EL-DASH, A. A. **Farinha de trigo: Processamento de moagem e sua influência na qualidade da farinha.** Rio de Janeiro - EMBRAPA - CTAA. Informação Técnica, [s.d].

EL-DASH, A; MIRANDA de M. Z. **Farinha integral de trigo germinado. Características Nutricionais e estabilidade ao armazenamento.** Cien. Tecnol. Alim., Campinas, v. 22, n. 3, p. 216-223, 2002

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. X. **Proteínas de reserva do trigo: Gluteninas,** [s. l.], 2009. Disponível em:

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/852580/1/pdo117.pdf>. Acesso em: 21 out. 2021.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Componentes do Trigo: CARACTERÍSTICAS FÍSICO-Químicas, FUNCIONAIS E TECNOLÓGICAS,** Londrina, 1994. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/cta/a/dbD7WPS7XKxCf5r8XjdhY5B/?lang=pt>. Acesso em: 21 out. 2021.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **ÁRVORE DO CONHECIMENTO.** Disponível em:

<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fbl23vn102wx5eo0sawqe3djg2152.html#:~:text=Sacarifica%C3%A7%C3%A3o%20E2%80%93%20C3%A9%20o%20processo%20de,ou%20pela%20a%C3%A7%C3%A3o%20de%20C3%A1cido>s. Acesso em: 15 mar. 2022.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Melhoramento genético de trigo para o Brasil 2017-2021.** Projetos. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/busca-de-projetos/-/projeto/215764/melhoramento-genetico-de-trigo>



**biscoitos tipo semi-duros.** Food Science, 2007. Disponível em:  
<https://www.scielo.br/j/cta/a/9w9prHTq6MQwwKtJvwndzXP/?lang=pt>. Acesso em: 1 mar. 2022.

HIMMELSTEIN, A. **Enzyme treatment of flour.** Will it help frozen and retarded doughs? Bakers' Digest, Kansas, v. 58, n. 5, p. 8,11-12, 1984

HSU, K.H., HOSENEY, R.C., SEIB, P.A. Frozen dough. I. **Factors affecting stability of yeasted doughs.** Cereal Chemistry, St. Paul, v. 56, n. 5, p. 419-424, 1979.

IBGE. CENSO AGRO. Cartograma - Trigo. **Grão do Brasil por Quantidade produzida**, [s. l.], 2017. Disponível em:  
[https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo\\_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=0&tema=76533](https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=0&tema=76533). Acesso em: 9 set. 2021.

INOUE, Y. AND BUSHUK, W. (1992), Studies on frozen doughs. II. **Flour quality requirements for bread production from frozen dough.** *Cereal Chemistry*, **69**, 423-428. Disponível em:  
<https://www.scielo.br/j/babt/a/SJrVsswZzxPrvFFZZM3WZcB/?format=html&lang=en> . Acesso em: 22 set. 2021

INOUE, Yoshifumi; BUSHUK, Walter. **Effects of freezing, frozen storage, and thawing on dough and baked goods. In: freezing effects on food quality.** CRC Press, 2019. p. 367-400. Disponível em: <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9780203755495-10/effects-freezing-frozen-storage-thawing-dough-baked-goods-yoshifumi-inoue-walter-bushuk>. Acesso em: 22 set. 2021

Instituto Adolfo Lutz-IAL. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** 3 ed. São Paulo; 1985

INTA. Instituto Nacional de Tecnologia e Agropecuária *et al.* X. **Documentos de Laboratorio**, Argentina, [s.d.]. Disponível em:  
<https://www.inta.gov.ar/barrow/info/documentos/laboratorio/Lista%20de%20precios.htm>. Acesso em: 10 nov. 2021.

ISRAEL JOURNAL OF BOTANY. **Triticum parvicoccum sp. Nov., the oldest naked wheat**, [s. l.], 1980. Disponível em:  
[https://www.researchgate.net/publication/282766116\\_Triticum\\_parvicoccum\\_sp\\_Nov\\_the\\_oldest\\_naked\\_wheat](https://www.researchgate.net/publication/282766116_Triticum_parvicoccum_sp_Nov_the_oldest_naked_wheat). Acesso em: 10 nov. 2021.

JUNIOR, D. C.; OLIVEIRA, J. B. **Controle de Qualidade de Trigo e Derivados / Tratamento e Tipificação de Farinhas.** Granotec do Brasil, 1998.

KENNY, S. et al. **Correlations between empirical and fundamental rheology measurements and baking performance of frozen bread dough**. *Cereal chemistry*, v. 76, n. 3, p. 421-425, 1999. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1094/CCHEM.1999.76.3.421>. Acesso em: 27 set. 2021.

Kirleis, Wiebke e Elske Fischer. " **Neolithic Cultivation of Tetraploid Free Threshing Wheat in Denmark and Northern Germany: Implications for Crop Diversity and Societal Dynamics of the Funnel Beaker Culture**. " *Vegetation History and Archaeobotany*, vol. 23, no.1, 2014, pp. 81–96. Imprensa.

KITISSOU, P. Um novo parâmetro da Alveografia: Índice de elasticidade (Ie). *Indústrias de Cereais*, n. 92, p. 9-17, jun. 1995.

M. Dias Branco. **Farinhas não são todas “do mesmo saco”**. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://mdiasbranco.com.br/farinhas-nao-sao-todas-do-mesmo-saco/>. Acesso em: 26 jan. 2022.

MACEDO, I. X. **CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS FARINHAS DE TRIGO UTILIZADAS NAS PANIFICADORAS DO MUNICÍPIO DE PARAÍSO DO TOCANTINS -TO**, Instituto Federal do Tocantis, 10 dez. 2021. Disponível em: <https://propi.ifto.edu.br/index.php/jice/8jice/paper/viewFile/8553/3894>. Acesso em: 4 dez. 2021.

MAPA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. **X. INSTRUÇÃO NORMATIVA SARC Nº 7 , DE 15 DE AGOSTO DE 2001**, [s. l.], 2001. Disponível em: <http://www.codapar.pr.gov.br/arquivos/File/pdf/trigo.pdf>. Acesso em: 21 out. 2021.

MIRANDA, ADRIANA DA SILVA *et al.* **Avaliação Do Teor De Glúten Úmido E Glúten Seco De Farinhas De Trigo Comercializadas Em Vitória Da Conquista – BA**. Atena Editora. Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/post-artigo/20369#:~:text=Para%20determina%C3%A7%C3%A3o%20do%20teor%20de,maior%20que%208%2C5%25>. Acesso em: 1 mar. 2022.

MIRANDA, M. Z.; DE MORI, C.; LORINI, I. **Qualidade Comercial do Trigo Brasileiro: safra 2006**. Embrapa Trigo, Passo Fundo, dez. 2009. Disponível em: . Acesso em: 30 dez.2021.

MIRANDA, M., El -Dash, A. **Farinha integral de trigo germinado: 3. Características nutricionais e estabilidade ao armazenamento**, [s. l.], 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/wHDwHK9WyKdxLyhsM75bpdw/abstract/?lang=pt>. Acesso

em: 22 set. 2021.

MIRANDA, M. Z.; MORI, C.; LORINI, I. **Qualidade do trigo brasileiro – safra 2003**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004. 106p.

MÓDENES, A. N.; SILVA, A. M.; TRIGUEROS, D. E. G. **Avaliação das Propriedades Reológicas do Trigo Armazenado**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 3, p. 508- 512, 2009.

MR COMUNICAÇÃO. O congelamento. **Descubra três vantagens do Pão Congelado**, [s. l.], 2019. Disponível em: <http://marciorodrigues.com.br/mostraNoticia.php?codnoticia=1292>. Acesso em: 22 set. 2021.

MUNHOZ, R *et al.* **AVALIAÇÃO DO CONSUMO DE DERIVADOS DE TRIGO POR MEIO DE QUESTIONÁRIO DE FREQUÊNCIA DO CONSUMO ALIMENTAR EM MARINGÁ-PR**. *Iniciação Científica CESUMAR*, [s. l.], v. 19, ed. 1, p. 67-74, 2017.

Disponível em:

<https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/iccesumar/article/view/5625/pdf>. Acesso em: 25 jan. 2022.

NEYRENEUF, O., VAN DER PLAAT, J.B. **Preparation of frozen French bread dough with improved stability**. *Cereal Chemistry*, St. Paul, v. 68, n. 1, p. 60-66, 1991.

ORO, Tatiana *et al.* **APLICAÇÃO DO MIXOLAB NA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE REOLÓGICA DE FARINHAS REFINADAS E INTEGRAIS DE TRIGO**, <sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Catarina, [s.d.]. Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1004981/1/aplicacao.pdf>. Acesso em: 2 dez. 2021.

PEROSA, B. B.; PAULILLO, L. F. **Novas formas de coordenação setorial em cadeias agroindustriais após 1990: o caso dos elos tritícola e moageiro brasileiros**. *Gestão & Produção*, São Carlos, v. 16, n. 1, p. 85-98, jan.-mar. 2009.

PIZZAS E MASSAS. **FARINHA, É TUDO IGUAL?**, São Paulo, 2014. Disponível em:

[https://eventos.abrapos.org.br/anais/paperfile/16\\_20160821\\_00-36-03\\_336.pdf](https://eventos.abrapos.org.br/anais/paperfile/16_20160821_00-36-03_336.pdf). Acesso em: 7 dez. 2021.

PRÁTICA 30. **CONGELAMENTO DE PÃES: TIRE TODAS AS SUAS DÚVIDAS SOBRE O PROCESSO**. [s.l.], [s.d.]. Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1004981/1/aplicacao.pdf>. Acesso em: 4 dez. 2021.

PRATT, L. **PÃO FRANCÊS: O CLÁSSICO DO PAÍS QUE MEXE COM A**

**ECONOMIA**, PUC - SP, 2019. Disponível em: <https://agemt.pucsp.br/noticias/pao-frances-o-classico-do-pais-que-mexe-com-economia>. Acesso em: 4 dez. 2021.

REARDON, T.; FARINA, E. **The rise of private food quality and safety standards: illustrations from Brazil**. *International Food and Agribusiness Management Review*, New York, v. 4, n. 4, p. 413-421, 2001.

REVISTA GALILEU, L. **Quando surgiu o pão francês e por que ele tem esse nome?**, [s. l.], 2007. Disponível em: <http://revistagalileu.globo.com/Galileu/0,6993,ECT530241-1716-2,00.html>. Acesso em: 3 dez. 2021.

REVISTA GALILEU. **Mesmo em tempos de crise, pão não sai da mesa dos brasileiros**, [s. l.], 2020. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Sociedade/Curiosidade/noticia/2020/03/historia-de-como-o-pao-frances-virou-o-favorito-dos-brasileiros.html>. Acesso em: 2 dez. 2021.

ROMANO, A. L; **Qualidade de Farinhas e Tecnologia da Panificação**. Romanus Soluções Tecnológicas Ltda. Junho, 2011.

SEBRAE. Indústria de panificação. **Estudo de Mercado**. Bahia, 2017. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/BA/Anexos/Ind%C3%BAstria%20da%20panifica%C3%A7%C3%A3o.pdf>. Acessado em: 16 de set. de 2021.

Selomulyo, V.O. and Zhou, W. (2007). **Frozen bread dough: effects of freezing storage and dough improvers**. *Journal of Cereal Science*; 45: 1-7. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0733521006001342>. Acesso em: 22 set. 2021.

SILVA, A.F.V.; LAURINTINO. T.K.S.; CARVALHO. L. D.B.; LIMA. R.D.; RIBEIRO. D.S. *Revista Brasileira de Agrotecnologia*. **Análise de diferentes marcas de farinhas de trigo: Teor de acidez, cor e cinzas: analysis of different brands of wheat flour: acid content, color and ash**, 2015.

SILVA, K. **ANÁLISES REOLÓGICAS E FÍSICO- QUÍMICAS DA FARINHA DE TRIGO DE SEIS DIFERENTES CULTIVARES RECOMENDADAS PARA O ESTADO DO PARANÁ (SAFRA 2016)** , [s. l.], 2017. Disponível em: [http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/8948/1/PG\\_COALM\\_2017\\_2\\_09.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/8948/1/PG_COALM_2017_2_09.pdf). Acesso em: 30 set. 2021.

SINGER, C. **Propriedades Físico-Químicas, Reológicas, Entálpicas e de panificação da farinha de trigo irradiado**, São Paulo, 2006. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3137/tde-05092006->

105810/publico/DissertacaoCarolinaSobralSinger.pdf. Acesso em: 18 nov. 2021.

TRIGO: condições meteorológicas no final do ciclo atrasam a colheita e prejudicam parcialmente a qualidade dos grãos. **Análise climática de safras**, Florianópolis, v. 1, n. 4, 2007. 10 p.

UFRGS. A Feira. **Congelamento**, [s. l.], 2001. Disponível em:  
<http://www.ufrgs.br/afeira/operacoes-unitarias/conservacao/congelamento>. Acesso em: 22 set. 2021.

VETTER, J.L. **Frozen unbaked bread dough**: past, present, future. *Cereal Foods World*, St. Paul, v. 24, n. 2, p. 42-43, 1979.

VIALÁNES, J. P. **Manual de Tecnologia de Moagem**. 2 reimp. Fortaleza: SENAICE/CERTREM, v. 1, v. 2 (parte) v. 5 il. (Manual de Tecnologia de Moagem 5). 604 p., 2005.

VIECILI, A. X. **Relação entre índice de elasticidade (Ie) e força da farinha (W)**, Faculdade Assis Gurgacz - FAG, 2008. Disponível em:  
[https://eventos.abrapos.org.br/anais/paperfile/16\\_20160821\\_00-36-03\\_336.pdf](https://eventos.abrapos.org.br/anais/paperfile/16_20160821_00-36-03_336.pdf). Acesso em: 6 dez. 2021.

WEEKEND BAKERY. Entenda a classificação das farinhas italianas, francesas, alemãs e outras. **Understanding flour types**, [s. l.], 20. Disponível em:  
<https://www.weekendbakery.com/posts/understanding-flour-types/>. Acesso em: 27 set. 2021.

WHO MADE AMERICA, L. X. **Freezing Practices**, [s. l.], [s. d.]. Disponível em:  
[https://www.pbs.org/wgbh/theymadeamerica/whomade/birdseye\\_hi.html](https://www.pbs.org/wgbh/theymadeamerica/whomade/birdseye_hi.html). Acesso em: 3 dez. 2021.

XU, J.; BIETZ, J. A.; CARRIERE, C. V. **Viscoelastic properties of wheat gliadin and glutein suspension**. *Food Chem.*, Reading, v. 101, n. 3, p. 1025-1030, 2007.

ZARDO, F. P. **Análises Laboratoriais para o controle de qualidade da farinha de trigo**. 2010. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso- IFRS, 2010.