

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

FRANCIELE ZARDO

**PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS, TECNOLÓGICAS E SENSORIAIS DE PÃES
DE LONGA FERMENTAÇÃO PRODUZIDOS COM FERMENTO COMERCIAL**

**ENCANTADO
2022**



uergs

Universidade Estadual do Rio Grande do Sul

PPGCTA

Programa de Pós-Graduação em
Ciência e Tecnologia de Alimentos

FRANCIELE ZARDO

**PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS, TECNOLÓGICAS E SENSORIAIS DE PÃES
DE LONGA FERMENTAÇÃO PRODUZIDOS COM FERMENTO COMERCIAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS) como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Bruna Klein
Borges de Moraes

Co-Orientadora: Profa. Dra. Lúcia de
Moraes Batista

ENCANTADO

2022

Catálogo de publicação na fonte (CIP)

Z36p

Zardo, Franciele

Propriedades físico-químicas, tecnológicas e sensoriais de pães de longa fermentação produzidos com fermento comercial/ Franciele Zardo. – Encantado, 2022.

70 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Unidade em Encantado, 2022.

Orientadora: Prof.^a. Dra. Bruna Klein Borges de Moraes

Coorientadora: Prof.^a. Dra. Lúcia de Moraes Batista

1. Aceitabilidade. 2. Fermento biológico. 3. Panificação. 4. Dissertação. I. Moraes, Bruna Klein Borges de. II. Batista, Lúcia de Moraes. III. Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Unidade em Encantado, 2022. IV. Título.

FRANCIELE ZARDO

**PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS, TECNOLÓGICAS E SENSORIAIS DE PÃES
DE LONGA FERMENTAÇÃO PRODUZIDOS COM FERMENTO COMERCIAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS) como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Bruna Klein Borges de Moraes

Co-Orientadora: Profa. Dra. Lúcia de Moraes Batista

Aprovado em: 27/08/2022

BANCA EXAMINADORA



Documento assinado digitalmente

KARINA ROSSINI

Data: 27/08/2022 14:42:41-0300

Verifique em <https://verificador.iti.br>

Dra. Karina Rossini

Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul

Dra. Jussara Navarini

Universidade Estadual do Rio Grande do Sul

Dra. Kelly de Moraes

Universidade Estadual do Rio Grande do Sul

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a mim por não ter desistido.

Ao meu esposo por me apoiar na dedicação ao curso.

Às professoras Dra. Bruna Klein Borges de Moraes e Dra. Lúcia de Moraes Batista por acreditarem no trabalho e terem apoiado o desenvolvimento do mesmo. Por toda a paciência e ajuda em superar os desafios que surgiram.

Ao Moinho Nordeste por apoiar o projeto com a doação da farinha.

À Msc. Micheli M. Bueno e ao Chef Boulanger Rafael Mello pela troca de conhecimentos e ajuda ao longo do trabalho.

“Como você passa seus dias, é,
claro, como você passa sua vida.”

– Annie Dillard

RESUMO

Nos últimos anos, um desejo renovado por alimentos fermentados foi observado nos países ocidentais, impulsionado pelo interesse dos consumidores em alimentos que são percebidos como naturais ou para promover a saúde e a longevidade. O objetivo do presente estudo foi determinar como a longa fermentação com fermento comercial biológico seco afeta a qualidade tecnológica do produto final, bem como, qual é o tempo e a metodologia ideal para alcançar os melhores parâmetros de qualidade em panificação, para possibilitar esse processo na indústria. Utilizou-se quatro tempos de fermentação (16 h, 24 h, 48 h e 72 h) comparados com um pão controle (1h30 de fermentação). Foram avaliados os parâmetros físico-químicos e tecnológicos de cor, volume específico, porosidade, textura e umidade. Foi realizada a análise *Check-all-that-apply* (CATA) usando-se 23 atributos. A aceitabilidade foi avaliada através de uma escala hedônica estruturada de nove pontos para os atributos: aparência, aroma, sabor, textura, cor e impressão global, além da intenção de compra através de uma escala *Likert* de cinco pontos. Para a cor no miolo, observou-se valores de luminosidade altos, com leve tom amarelado enquanto para a casca observou-se uma luminosidade alta, com tonalidade dourado-avermelhada, característica de produtos forneados. Para o volume específico, o pão com 72 horas de fermentação apresentou o melhor resultado (3,29 mL/g), enquanto para a porosidade de miolo, os pães com 16 horas, 48 horas e 72 horas de fermentação apresentaram o maior percentual de área de poros. Para a textura, os menores valores de dureza foram observados no pão com 72 horas de fermentação, bem como os maiores valores para a coesividade. Na análise sensorial, os testes de intenção de compra, escala hedônica e CATA mostraram que os pães de 72 horas e 48 horas foram mais aceitos e relacionados com descritores positivos como: aroma característico de pão, miolo normal de pão, miolo com furos grandes, miolo com furos pequenos e aroma adocicado. Demonstrando que é possível prolongar o tempo de fermentação ajustando-se o percentual de fermento biológico comercial utilizado nas formulações, garantindo-se a padronização dos produtos e a exploração de um nicho que está em crescimento.

Palavras-chave: Panificação. Fermento biológico. Aceitabilidade.

ABSTRACT

In recent years, a renewed desire for fermented foods has been observed in Western countries, driven by consumer interest in foods that are perceived to be natural or to promote health and longevity. The objective of the present study was to determine how the long fermentation with commercial dry yeast affects the technological quality of the final product, as well as, what is the ideal time and methodology to reach the best quality parameters in the bakery, to enable this process in the industry. Four fermentation times were used (16 h, 24 h, 48 h, and 72 h) compared to a control bread (1h30 of fermentation). The physical-chemical and technological parameters of color, specific volume, porosity, texture, and humidity were evaluated. Check-all-that-apply (CATA) analysis was performed using 23 attributes. Acceptability was assessed using a nine-point structured hedonic scale for the attributes: appearance, aroma, flavor, texture, color, and overall impression, in addition, to purchase intent using a five-point Likert scale. For the color in the crumb, high luminosity values were observed, with a slight yellowish tonality, while for the crust, a high luminosity was observed, with a golden-reddish tonality, characteristic of baked goods. For the specific volume, the bread with 72 hours of fermentation presented the best result (3.29 mL/g), while for the crumb porosity, the bread with 16 hours, 48 hours, and 72 hours of fermentation presented the highest percentage of pore area. For texture, the lowest hardness and the highest cohesiveness were observed in bread with 72 hours of fermentation. For the sensory analysis, the purchase intent, hedonic scale, and CATA tests showed that 72-hour and 48-hour bread were more accepted and related to positive descriptors such as characteristic bread aroma, ordinary bread crumbs, and crumbs with large holes, crumbs with small holes, and sweet aroma. Demonstrates that it is possible to extend the fermentation time by adjusting the percentage of commercial yeast used in the formulations, guaranteeing the standardization of products and the exploitation of a growing niche.

Keywords: Bakery. Biological yeast. Acceptability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Formação de rede de glúten	18
Figura 2 - Fluxograma do processo de elaboração de pão.	21
Figura 3- coloração da casca do pão de 72 horas de fermentação	37
Figura 4- Miolo dos pães de longa fermentação.....	38
Figura 5 - Volume específico (mL/g) dos pães de longa fermentação.....	39
Figura 6 - Umidade para pães de longa fermentação	41
Figura 7 - Corte para avaliação de alvéolos - pães <i>de 48 horas de</i> fermentação	43
Figura 8 - Frequência de avaliação para os atributos sensoriais em pães de longa fermentação	47
Figura 9 - Escores hedônicos para pães de longa fermentação	48
Figura 10 - ACP pães de longa fermentação - Impressão Global	50
Figura 11 - ACP pães de longa fermentação - Cor.....	50
Figura 12 - ACP pães de longa fermentação - Textura.....	51
Figura 13 - ACP pães de longa fermentação - Aparência.....	52
Figura 14 - ACP pães de longa fermentação - Sabor	52
Figura 15 - ACP pães de longa fermentação - Aroma	53
Figura 16 - Análise de correspondência para o teste CATA	54
Figura 17 - Intenção de compra para pães de longa fermentação.....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Formulação base dos pães.....	30
Tabela 2 – Etapas da elaboração dos pães.....	31
Tabela 3 – Parâmetros de cor para a casca de pães de longa fermentação	36
Tabela 4 – Parâmetros de cor para o miolo de pães de longa fermentação.....	37
Tabela 5 – Parâmetros alveolares para pães de longa fermentação.....	42
Tabela 6 – Parâmetros de textura instrumental para pães de longa fermentação.....	44

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1	MERCADO DA PANIFICAÇÃO E TENDÊNCIAS	14
2.2	TECNOLOGIA DA PANIFICAÇÃO	14
2.2.1	Ingredientes	15
2.2.1.1	<i>Farinha de trigo</i>	15
2.2.1.1.1	<i>Glúten</i>	17
2.2.1.2	<i>Agente de fermentação</i>	18
2.2.1.3	<i>Água</i>	19
2.2.1.4	<i>Cloreto de sódio- NaCl</i>	20
2.2.2	Etapas da produção de pães	20
2.2.2.1	<i>Mistura</i>	21
2.2.2.2	<i>Longa Fermentação</i>	22
2.2.2.3	<i>Divisão, pré-moldagem e moldagem</i>	24
2.2.2.4	<i>Forneamento e resfriamento</i>	24
2.2.3	Parâmetros de qualidade de pães	25
2.2.4	Estudos sensoriais com consumidores	27
2.2.4.1	<i>Escala hedônica</i>	28
2.2.4.2	<i>Check-all-that-apply (CATA)</i>	28
3	MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1	LOCAL DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	30
3.2	MATERIAIS	30
3.3	MÉTODOS	30
3.3.1	Processo de elaboração do pão	30
3.3.2	Análises físico-químicas e tecnológicas dos pães	31
3.3.2.1	<i>Cor</i>	32
3.3.2.3	<i>Volume específico</i>	32
3.3.2.4	<i>Umidade</i>	33
3.3.2.5	<i>Porosidade do miolo</i>	33
3.3.2.6	<i>Textura</i>	33
3.3.3	Análise sensorial das formulações	34
3.4	ANÁLISE DOS DADOS	33
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	36
4.1	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICA E TECNOLÓGICA DOS PÃES	36
4.1.1	Análise instrumental da cor	36
4.1.2	Volume específico	39
4.1.3	Umidade	40
4.1.4	Porosidade do miolo	42
4.1.5	Perfil de textura	43
4.2	ANÁLISE SENSORIAL	46
5	CONCLUSÕES	57
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
	APÊNDICE I – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PARTICIPAÇÃO	66
	APÊNDICE II – QUESTIONÁRIO SÓCIOECONÔMICO PARA APLICAÇÃO DA ANÁLISE SENSORIAL	68
	APÊNDICE III – FICHA PARA APLICAÇÃO DA ANÁLISE SENSORIAL	69

1 INTRODUÇÃO

Conhecido em todo o mundo, o pão é um dos alimentos básicos mais antigo consumido pela humanidade. Geralmente é integrante do café da manhã como parte de uma dieta balanceada, fornecendo energia devido ao seu conteúdo de amido e carboidratos complexos. Ele ainda é considerado importante na dieta humana na maior parte do mundo (ALTAMIRANO-FORTOUL; ROSELL, 2011; BIRCH; PETERSEN; HANSEN, 2014; CAUVAIN, 2015; GUSMÃO, 2017; MERGOUM *et al.*, 2009; NGEMAKWE; ROES-HILL; JIDEANI, 2014; REIS, 2015; TIKKANEN, 2010).

A receita mais simples do pão consiste em farinha de trigo, água, sal e leveduras. Outros ingredientes podem ser adicionados para melhorar as características sensoriais do produto final ou ainda melhorar aspectos tecnológicos da massa (CAUVAIN, 2015; SUAS, 2020). Diferentes tipos de pães foram desenvolvidos e novas variações continuam sendo criadas para atender às demandas dos consumidores por alimentos mais variados e nutritivos (CAUVAIN, 2015).

Todos os processos de panificação têm como objetivo, transformar a farinha de trigo em um alimento aerado e gostoso. No entanto, para alcançar esse objetivo, várias etapas são executadas, desde a mistura da farinha com os demais ingredientes, a fermentação e o resfriamento (CAUVAIN, 2015; SUAS, 2020).

A maioria dos produtos de panificação são produzidos usando leveduras como agentes de fermentação. As leveduras utilizadas comercialmente, são cepas de *Saccharomyces cerevisiae* que apresentam bom desempenho e enzimas necessárias para processar a maltose proveniente da quebra enzimática do amido presente na farinha, como forma de energia durante a fermentação (BUEHLER, 2009; COUTINHO, 2021; DE AQUINO, 2012;).

Nos últimos anos, conforme apontado por Melini e seus colaboradores (2019), um interesse renovado por alimentos fermentados foi observado nos países ocidentais em grande parte impulsionado por seus supostos benefícios à saúde, como a redução de oligossacarídeos, dissacarídeos, monossacarídeos e polióis fermentáveis (FODMAP) e a formação de compostos bioativos e antioxidantes.

Na área de panificação, existem muitos estudos científicos realizados nos países europeus abordando o emprego de *levain/sourdough*, contudo, o longo tempo

de preparo do fermento natural, assim como o preparo do pão empregando este fermento, fazem com que apenas pequenos grupos de comerciantes do ramo da panificação utilizem esta técnica no mercado brasileiro (COSTA *et al.*, 2020), uma vez que a manutenção dessa simbiose de bactérias e leveduras exige um tempo, que muitas vezes a indústria não dispõe.

Por outro lado, é necessário para a indústria de panificação ter um processo reproduzível e com resultados conhecidos. Nesse contexto, estudos mencionando a qualidade tecnológica de pães elaborados com longos períodos de fermentação utilizando fermento biológico comercial, podem contribuir com o crescimento e melhoria da indústria de pães uma vez que permite a exploração de outros nichos de mercado, a obtenção de produtos padronizados, assim como o desenvolvimento de alimentos que trazem benefícios à saúde de seus consumidores.

O objetivo do presente trabalho é estudar o efeito da longa fermentação na qualidade de pães elaborados com fermento biológico comercial, através de análises físico-químicas, tecnológicas e sensoriais. Tendo como objetivos específicos:

a) Avaliar a influência de diferentes tempos de fermentação nas propriedades físico-químicas e tecnológicas de cor, volume específico, porosidade, textura e umidade dos pães;

b) Verificar se os diferentes tempos de fermentação interferem nos parâmetros sensoriais de aparência, aroma, sabor, textura, cor e impressão global dos pães.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 MERCADO DA PANIFICAÇÃO E TENDÊNCIAS

No Brasil, resultados preliminares da Pesquisa de Orçamento Familiar (POF) de 2017-2018, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) mostram que o gasto médio mensal com o consumo de panificados varia de acordo com a região do país. No Nordeste e Sudeste o gasto é maior quando comparado as demais regiões (IBGE, 2018).

O setor de panificação e confeitaria vem crescendo a cada ano. Em 2020, mesmo com a pandemia do coronavírus, o setor atingiu um faturamento de R\$ 91,94 bilhões de reais, segundo dados da Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria (ABIP), já em 2021, o setor alcançou um faturamento de R\$ 105,85 bilhões no país, um crescimento de 15,3 % em relação ao ano anterior (ABIP, 2020; ABIP, 2022).

Ainda segundo os dados da ABIP (2020), o setor de panificação vem se fortalecendo a cada ano através da implantação de novas tecnologias e técnicas de preparo. Em vista da importância e relevância do setor para a economia, assim como a mudança no comportamento dos consumidores, entende-se a importância da inovação.

Em um estudo de tendências para o mercado da panificação, a ABIP (2018) lista entre as principais buscas a saudabilidade dos produtos, com grande sortimento de variedade e o resgate da longa fermentação.

2.2 TECNOLOGIA DA PANIFICAÇÃO

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) define os pães como sendo os produtos obtidos da farinha de trigo e/ou outras farinhas, adicionados de líquido, fermentados ou não e que passam por processo de cocção, podendo conter outros ingredientes, desde que não descaracterizem os mesmos. Podem

apresentar cobertura, recheio, formato e textura diversos (BRASIL, 2005), essa definição será atualizada pelo texto da RDC 711 (BRASIL, 2022).

De acordo com Cauvain (2015) todo processo de panificação tem como objetivo transformar a farinha de trigo em um alimento aerado e saboroso: o pão. Proveniente do processo de fermentação, a receita mais simples consiste em farinha, água, sal e leveduras. A elaboração pode ser feita pelo método direto¹ ou método tradicional². Outros ingredientes podem ser adicionados para melhorar as características sensoriais do produto final ou ainda melhorar aspectos tecnológicos da massa (CAUVAIN, 2015; SUAS, 2020).

2.2.1 Ingredientes

2.2.1.1 *Farinha de trigo*

Os produtos de cereais estão entre os alimentos básicos mais importantes da humanidade sendo consumidos desde a antiguidade. Os nutrientes fornecidos pelo consumo de pão nos países industrializados chegam próximo de 50 % da necessidade diária de carboidratos, um terço de proteínas e 50 - 60 % de vitaminas do complexo B. Além disso, os cereais também são uma fonte de minerais e oligoelementos importantes para funções energéticas. Os principais cereais são trigo, centeio, arroz, cevada, milho e aveia. O trigo tem um papel especial devido à capacidade de suas proteínas de formar uma massa viscoelástica, adequada para panificação (BELITZ; GROSCH; SCHIEBERLE, 2009; CAPURSO; CREPALDI; CAPURSO, 2018; PAGANI; MARTI; BOTTEGA, 2014; PROLO *et al.*, 2014; SILVA *et al.*, 2014).

O trigo é uma cultura amplamente cultivada no mundo e a farinha é obtida a partir do processo de moagem deste grão. Este processo torna possível separar simultaneamente o farelo e o germe e quebrar as células do endosperma em um produto muito fino, adequado para rápida hidratação e desenvolvimento de massa

¹O método direto consiste em misturar todos os ingredientes até a formação da massa;

²O método tradicional ou indireto, consiste em preparar uma esponja fermentando a farinha, água e levedura horas antes do preparo da massa.

(BAENZIGER *et al.*, 2009; ZHOU; THERDTHAI; HUI, 2014).

Alguns parâmetros físico-químicos das farinhas indicam sua qualidade e ditam a melhor aplicação na elaboração de pães. Segundo a Instrução Normativa (IN) número 8 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), a farinha de trigo Tipo 1 deve apresentar no máximo 15 % de umidade e teor mínimo de proteína em base seca de 7,5 % (BRASIL, 2005b).

A qualidade da farinha é influenciada pela composição química do grão de trigo do qual ela é proveniente, podendo apresentar qualidade nutricional e tecnológica variando de acordo com as condições de moagem e grau de extração (BENASSI; WATANABE, 1997; BUEHLER, 2009; WATANABE, 2014).

O conteúdo e a qualidade da proteína são de vital importância na farinha, pois afetam diretamente as características de extensibilidade da massa e o volume do produto final. Portanto, o teor de proteína é um indicador para as aplicações da farinha. Dessa forma, farinhas com baixa quantidade de proteína são comumente utilizadas na produção de pastéis, bolos e biscoitos, ao passo que uma farinha com alto percentual de proteína é utilizada no preparo de pães ou para fins de mistura, mas a avaliação da qualidade da proteína permite melhorar as condições dos processos de panificação (CAUVAIN, 2015; PAGANI; MARTI; BOTTEGA, 2014; SUAS, 2020).

Conforme citado por Pagani, Marti e Bottega (2014), o comportamento tecnológico da farinha de trigo não está apenas ligado ao teor de proteína e glúten, mas também ao resultado de interações complexas entre macromoléculas de proteína que quando hidratadas e sob ação mecânica são responsáveis pela formação e desenvolvimento da massa. Desta forma, a qualidade da farinha é expressa por vários parâmetros reológicos que fornecem uma descrição quantitativa das propriedades mecânicas, estruturais e a composição química do material.

Para produção de pães, a farinha com um alto nível de proteína, fornece mais glúten, farinhas com teor de 10,5 % a 12 % de proteínas proporcionam o equilíbrio entre a extensibilidade³ e elasticidade⁴ da massa (SUAS, 2020).

³É a capacidade da massa ser alongada.

⁴É a capacidade da massa retornar à sua posição depois de esticada.

2.2.1.1.1 Glúten

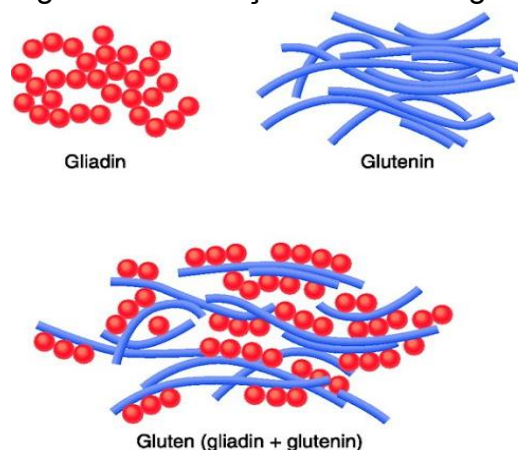
O principal fator que define o uso da farinha de trigo é o glúten (Mergoum *et al.*, 2009). Este, é uma mistura heterogênea de proteínas, principalmente as gliadinas e as gluteninas, com solubilidade limitada em água. É encontrado em cereais e grãos da família *Triticeae* (trigo, cevada, centeio e suas variedades) e da família *Aveneae* (aveia) que são relacionados à evolução e contêm grupos de peptídeos homólogos (Andrade *et al.*, 2011; Larretxi; Navarro; Churruga, 2017).

Quando misturados farinha de trigo e água através de amassamento mecânico, ocorrem diversas transformações físico-químicas que formam uma massa extensível e elástica, com alta qualidade para o preparo de pães e outros produtos de panificação. A matriz de glúten determina as propriedades da massa (extensibilidade, resistência ao estiramento, tolerância de mistura, capacidade de retenção de gás), sendo responsável pela textura, aparência, volume e estrutura de bolos e pães (Capriles; Arêas, 2011; Damodaran; Parkin; Fennema, 2010; Horstmann; Lynch; Arendt, 2017; Kamioka; Stedefeldt; Domene, 2013; Ngemakwe; Roes-Hill; Jideani, 2014; Onderi, 2013; Rai; Kaur; Chopra, 2018).

Em produtos panificados é importante que a massa tenha um equilíbrio entre elasticidade e extensibilidade. A extensibilidade permite a massa inflar e a elasticidade aprisionar os gases gerados na fermentação. Elasticidade em excesso pode limitar a expansão durante a fermentação e elasticidade insuficiente falharia em reter o ar (De Aquino, 2012; Machado, 2016; Onderi, 2013; Wally, 2007).

De acordo com Damodaran, Parkin e Fennema (2010), a mistura com a água ocasiona hidratação das partículas de farinha, aumento da solubilidade das proteínas, bem como desagregação e reorientação dos polímeros de glutenina para a formação da rede de membranas (Figura 1). As pontes dissulfeto e interpeptídeo desempenham um papel fundamental na formação da estrutura da massa e do pão. O cozimento aumenta o número de pontes dissulfeto, fornecendo estabilidade à estrutura do pão.

Figura 1 - Formação de rede de glúten



Fonte: Science Prose⁵

Outros cereais, tubérculos e até leguminosas podem ser moídos e transformados em farinha, mas a capacidade de transformar uma massa glutinosa em pão está atualmente limitada ao trigo (CAUVAIN, 2015).

2.2.1.2 *Agente de fermentação*

Em todo o mundo, o fermento comercial biológico é produzido em diferentes formatos a fim de atender aos requisitos específicos de clima, tecnologia, metodologia e outros. Pode ser comercializado em formas diferentes: prensado, granulado, instantâneo, etc. As variações estão relacionadas à forma física da levedura, sendo as principais diferenças na proporção de sólidos de levedura para umidade (CAUVAIN, 2015).

O fermento comercial biológico é um produto de conhecimento bioquímico, microbiológico e tecnológico. A bioquímica permitiu compreender o processo de fermentação; a microbiologia tornou possível criar e melhorar cepas de leveduras bem como desenvolver melhores técnicas para esterilização e desinfecção. As tecnologias avançadas levaram à produção em larga escala com um alto grau de automação e controle de processo, gerando uma levedura comercial de qualidade e atividade

⁵Disponível em: <<http://sciprose.blogspot.com/2014/04/keep-your-fad-diets-out-of-my-body-and.html>>. Acesso em 22/06/2020.

consistentes a um baixo custo (ALI *et al.*, 2012; AZANI; NAILURRAHMI, 2019).

O fermento comercial biológico é um ingrediente essencial de muitos produtos à base de cereais. É um elemento fundamental para garantir um processo reproduzível e produto de alta qualidade. Seu papel principal é a produção e liberação de gás carbônico (CO₂), por meio da fermentação alcoólica de açúcares, que desenvolve a estrutura do miolo e proporciona o aumento do volume no pão (BENASSI; WATANABE, 1997; BUEHLER, 2009; COUTINHO, 2021; DE AQUINO, 2012).

Além do uso de fermento comercial biológico, o pão pode ser produzido utilizando um outro tipo de agente de fermentação, o *levain*. Enquanto o fermento comercial é composto apenas por leveduras, o *levain* é uma simbiose de leveduras e bactérias ácido lácticas. Ocorre uma predominância de bactérias ácido lácticas que desempenham as atividades mais importantes durante a fermentação como: fermentação láctica, proteólise e ação antifúngica (BUENO, 2019; DIAS *et al.*, 2020; MARTINBIANCO *et al.*, 2013; TIRLONI, 2017).

Ferraz (2016) pontua que o uso de *levain* é um dos métodos biotecnológicos mais antigos e que a produção de pães utilizando essa técnica está se tornando um sucesso renovado nos últimos anos, devido à crescente demanda dos consumidores por alimentos mais naturais, saborosos e saudáveis. Por outro lado, Tirloni (2017), observa que apesar de grande apelo comercial, o emprego de *levain* acarreta gastos extras para sua manutenção, já que necessita de mão de obra diária e insumos para a sua conservação, aumentando o custo do produto final, a autora também pontua que a substituição de processos tradicionais pelo *levain* precisam avaliar a relação de custo-benefício para as indústrias.

2.2.1.3 Água

A água é responsável pela dissolução dos ingredientes na massa, hidratação da farinha e participa na formação da rede de glúten. Deve ser potável e apresentar dureza moderada (150 mg/L e 75 mg/L de sais de cálcio e magnésio) a qual é considerada adequada para indústria da panificação, uma vez que a presença desses

sais aumenta o processo de fermentação. Em contrapartida, a água dura (maior que 150 mg/L de sais de cálcio e magnésio) retarda a fermentação (BRANDÃO; LIRA, 2011; COUTINHO, 2021).

A água possibilita ainda, a ação enzimática, o desenvolvimento fermentativo, disponibiliza vapor para o salto no forno e ajuda no controle da temperatura da massa. O excesso ou a falta de hidratação na elaboração da massa pode influenciar no seu manuseio e na qualidade do produto final (BRANDÃO; LIRA, 2011; MOSSMANN, 2012).

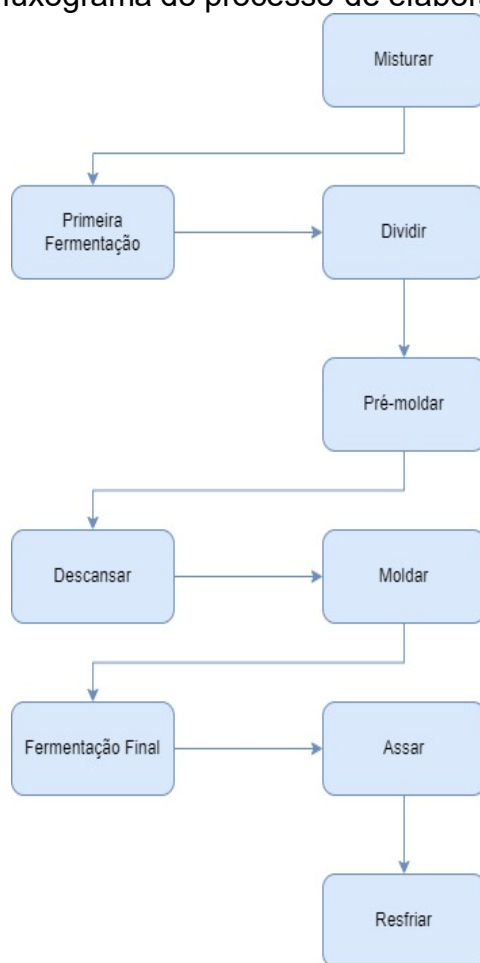
2.2.1.4 Cloreto de sódio- NaCl

O sal precisa ser livre de impurezas e homogêneo na granulometria. Ele atua principalmente na formação do glúten, na gliadina, fornecendo uma blindagem de cargas. Durante a formação do glúten ocorre um acúmulo de cargas positivas que tendem a se repelir mantendo a malha de glúten esticada, na adição do sal ocorre a dissociação de íons de sódio e íons de cloreto que serão atraídos pelas moléculas de glúten anulando a repulsão, dessa forma o glúten se contrai e a massa ganha estrutura (BRANDÃO; LIRA, 2011; COUTINHO, 2021).

2.2.2 Etapas da produção de pães

Para a obtenção de pães, vários processos são realizados, como ilustrado na Figura 2 (CAUVAIN, 2015; SUAS, 2020).

Figura 2 - Fluxograma do processo de elaboração de pão.



Fonte: Autor (2022).

2.2.2.1 Mistura

A mistura é uma das operações mais comuns na indústria e normalmente é gerada por procedimentos mecânicos, nesta etapa os ingredientes são distribuídos e misturados dentro da massa (ORDÓNEZ *et al.*, 2005; PAGANI; MARTI; BOTTEGA, 2014). Pode ser realizada por dois tipos de métodos na panificação: direto, onde todos os ingredientes são misturados em uma única etapa, e o indireto, onde é utilizada uma porção de massa previamente fermentada como fermento natural, *poolish* ou biga (CAUVAIN, 2015; COUTINHO, 2021; SUAS, 2020).

Para Suas (2020) na panificação, a mistura é o passo mais importante já que é nessa etapa que o profissional combina todos os ingredientes para fazer a massa e

abrange quatro fases: pesagem de ingredientes, checagem de temperatura da massa, incorporação dos ingredientes e desenvolvimento da massa. O desenvolvimento da massa é a etapa que cobre uma série de alterações nas propriedades físicas da massa, em particular, a melhoria na capacidade de reter CO₂. Quando se opta por uma longa fermentação, o tempo de mistura deve ser reduzido, um tempo de mistura mais curto também reduzirá a oxidação da massa (CAUVAIN, 2015; SUAS, 2020).

A temperatura final da massa também é um fator essencial na mistura, uma vez que influenciará o grau de fermentação. Se a massa está acima da temperatura desejada, a ação do fermento alcançará o limite antes de atingir o equilíbrio da textura e sabor adequado (SUAS, 2020).

2.2.2.2 *Longa Fermentação*

A fermentação pode ser considerada a etapa chave na fabricação de pães. O gás carbônico (CO₂) produzido pela ação das leveduras difunde-se nas bolhas de ar incorporadas na massa durante a etapa de mistura, levando à formação de uma estrutura de miolo aerada cuja aparência contribui para a avaliação sensorial e aceitabilidade do produto pelo consumidor (PAGANI; MARTI; BOTTEGA, 2014).

Para Sanlier, Gokcen e Sezgin (2017), no passado, a fermentação era utilizada principalmente para preservar alimentos, aumentar a vida útil e melhorar o sabor. Ainda de acordo com os autores, os alimentos fermentados tornaram-se parte importante da dieta de várias culturas, e ao longo do tempo ela passou a ser associada a muitos benefícios para a saúde, atraindo o interesse científico para os produtos resultantes do processo de fermentação.

No Brasil não há uma legislação que estabeleça os parâmetros a serem seguidos para considerar que um produto passou por uma longa fermentação, nem qual é o tempo que o processo deve durar para ser classificado desta forma. A longa fermentação é a extensão de uma das etapas da panificação, que é praticada visando obter benefícios tecnológicos e nutricionais (KARKLE, 2019).

A fermentação está ligada à transformação de moléculas em substâncias

orgânicas. Na panificação esse processo se inicia a partir do momento que o fermento é adicionado na massa fazendo com que os açúcares presentes na farinha sejam convertidos em gás carbônico (CO₂) e álcool. O CO₂ é aprisionado pela rede de glúten e forma bolhas de ar na massa, as bolhas aumentam promovendo um aumento de volume. Ao mesmo tempo, metabólitos do fermento, como ácidos e o álcool são acumulados influenciando na composição de aromas da casca e o pH da massa (COUTINHO, 2021; IZZREEN; PETERSEN; HANSEN, 2016; ORDÓNEZ *et al.*, 2005; PESSANHA, 2016; SUAS, 2020; YUE *et al.*, 2019; WALLY, 2007).

A fermentação de cereais mostra potencial para melhorar a qualidade nutricional e proporcionar efeitos na saúde. As leveduras contêm proteases em seu sistema enzimático que atuam na quebra das cadeias proteicas. A quebra dessas cadeias libera peptídeos que posteriormente são degradados por peptidases e contribuem para a formação de aroma e sabor na massa (BENASSI; WATANABE, 1997; BUEHLER, 2009; COUTINHO, 2021; RÁNDEZ-GIL; BALLESTER-TOMÁS; PRIETO, 2014).

O processo de fermentação modifica significativamente as características sensoriais da matéria-prima, produzindo produtos com textura, sabor e aroma únicos. O modo e o tempo da fermentação determinarão o sabor e o aroma final do pão (COUTINHO, 2021; SUAS, 2020). De acordo com Melini e seus colaboradores (2019), alimentos fermentados são produzidos a muito tempo com conhecimento passado de geração a geração. Com a revolução científica, o processo de fermentação caseiro foi transformado em um processo controlado, adequado para escala industrial e sistemas de produção em massa.

No processo padrão, o foco da indústria está na produção de CO₂, com as formulações e os processos calculados para que o período de fermentação dure apenas tempo o suficiente para atingir o volume desejado da massa, aproximadamente 1 hora, e perdem-se importantes produtos da fermentação, como a ação das fitases na degradação de fatores anti-nutrientes e o desenvolvimento de aromas e sabores ao longo da maturação da massa. Ao prolongar a fermentação, proporciona-se o tempo necessário para que essas reações ocorram (COUTINHO, 2020; HEITMANN; ZANNINI; ARENDT, 2018; KARKLE, 2019; SOUSA, 2017).

De acordo com Karkle (2019), a legislação espanhola permite a denominação “elaborado com longa fermentação” para pães com tempo de fermentação final acima

de 8 horas. Coutinho (2020), observa que para a ação das fitases é necessário pelo menos 12 horas de fermentação.

2.2.2.3 *Divisão, pré-moldagem e moldagem*

Na etapa de divisão, a massa é cortada em porções para obter pães com um peso adequado, onde é necessário evitar danificar ou desorganizar a estrutura do glúten, preservando a retenção de CO₂. A operação pode ser realizada de forma manual ou em divisoras próprias para essa finalidade (BRANDÃO; LIRA, 2011; SUAS, 2020).

As etapas de pré-moldagem e moldagem, são realizadas para se dar o formato para o pão. Nessas etapas o excesso de gás carbônico (CO₂) é removido da massa. Ocorre a dispersão do CO₂ restante em pequenas bolhas por toda a massa, resultando em um pão de miolo uniforme. Também é adicionada força à massa ao se ajustar a força da moldagem, produzindo pães de volume maior (BUEHLER, 2009; SUAS, 2020).

2.2.2.4 *Forneamento e resfriamento*

No forneamento ocorre uma série de modificações físico-químicas na massa pela ação do calor, resultando em um produto leve, aerado e saboroso.

Durante os primeiros minutos de cozimento, a atividade enzimática e fermentativa é acelerada produzindo uma grande quantidade de gás carbônico (CO₂), sendo chamado de “salto de forno”. Quando a temperatura do interior da massa está próxima aos 50 °C, os grânulos de amido começam a absorver água e se tornam parcialmente gelatinizados e o fermento inicia a perda de atividade. Quando a temperatura da massa atinge 63 °C o fermento é inativado, o CO₂ aprisionado na massa expande com o calor, conforme a temperatura aumenta, inicia-se a evaporação de água, álcool, ácidos orgânicos, ésteres e aldeídos e ao atingir 67 °C o processo de

gelatinização de amido está completa. Quando a massa atinge cerca de 74 °C, ocorre a desnaturação proteica da rede de glúten, formando uma estrutura rígida porosa, nesse estágio, a estrutura do pão está totalmente organizada. Em 82 °C toda atividade enzimática cessa, e não ocorrerá mais transformações químicas. Quando a temperatura atinge cerca de 100 °C tem-se a evaporação da água livre da massa, a migração contínua do interior do pão para a superfície formará a casca do pão. A produção de cor e aroma acontece através da caramelização de açúcares e da Reação de Maillard (BENASSI; WATANABE, 1997; BRANDÃO; LIRA, 2011; BUEHLER, 2009; BOBBIO; BOBBIO, 2001; SUAS, 2020).

Ao sair do forno, algumas reações continuam a ocorrer no pão. Durante a etapa de resfriamento bastante umidade é lançada para o ambiente gerando a perda de peso do produto final. Também ocorre a retrogradação do amido, que contribui para a estabilidade da estrutura final do pão e a pressão interna do pão se equilibra com a pressão do ambiente, como resultado o pão encolhe e diminui o seu volume. A reação final mais importante que acontece no resfriamento é a propagação do aroma do miolo para a casca e vice-versa, criando uma complexidade de sabores (BENASSI; WATANABE, 1997; BRANDÃO; LIRA, 2011; SUAS, 2020).

2.2.3 Parâmetros de qualidade de pães

A escolha de um produto pelo consumidor é determinada pela interação de fatores sensoriais e não sensoriais. Clientes buscam por melhores atrativos, sabor e conveniência (ALENCAR *et al.*, 2015; BOUKID *et al.*, 2019). De acordo com Terefe (2016), existe um crescente interesse dos consumidores em alimentos que são percebidos como naturais ou para promover a saúde e a longevidade.

Existe uma variedade quase infinita de pães e métodos de produção. Em virtude dessa diversificação, não há certo ou errado para definir a qualidade do produto. Novas variações continuam sendo desenvolvidas para atender às demandas dos consumidores (CAUVAIN, 2015).

Para Birch, Petersen e Hansen (2014), o aroma é um parâmetro importante na qualidade do pão. Gusmão (2017), cita que além do aroma, a aparência, o sabor e

textura dos pães são alguns fatores que afetam a percepção de qualidade do produto. Segundo Cauvain (2015) em todo o mundo, diversas formulações de pães foram desenvolvidas usando ingredientes para conferir sabores especiais e que agora se tornaram uma parte essencial do produto.

A qualidade da maioria dos produtos assados depende da formação de várias ligações cruzadas entre as proteínas na massa, as quais são necessárias para a textura porosa e aerada desejada nesses produtos, características que podem ser estimadas através da análise de perfil de textura (DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010).

A análise instrumental do perfil de textura (TPA) consiste em um teste de compressão de dois ciclos, que simula o ato de mastigar, é realizado com o auxílio de texturômetro. O resultado é expresso como força aplicada durante a compressão em função do tempo (NIELSEN, 2019; BOURNE, 2002).

Comumente é utilizado para medir características de pães como:

- Dureza: está relacionada com a força aplicada para ocasionar uma deformação ou rompimento na amostra. Esse parâmetro é responsável por fornecer a força máxima realizada após a primeira compressão (ESTELLER, 2007; MOURA, 2020).
- Coesividade: é o grau de extensão até onde um material pode ser deformado antes de se romper, e é calculada através do quociente entre as áreas geradas durante as duas etapas de compressão pelo texturômetro (MOURA, 2020; ZARDO, 2017).
- Adesividade: é o trabalho necessário para que a amostra desgrude da placa de compressão (MOURA, 2020). Pode ser relacionada ao quanto o produto gruda no céu da boca durante a etapa de mastigação.
- Elasticidade: é a capacidade da amostra em retornar ao seu formato original, depois de ter sofrido uma deformação.
- Mastigabilidade: é a relação entre a dureza, coesividade e elasticidade (MOURA, 2020).

Moura (2020), destaca que embora a experiência sensorial que a mastigação proporciona não aparente ter relação com essas definições instrumentais, após

estudos de correlações entre os resultados obtidos sensorialmente e pela análise de perfil de textura foi comprovada a eficácia desses parâmetros.

2.2.4 Estudos sensoriais com consumidores

Carocho e seus colaboradores (2020) pontuam que na última década, os países ocidentais viram uma considerável diminuição no consumo de pães, principalmente pães brancos, relacionada com a percepção dos consumidores com relação a qualidade do produto e a saudabilidade. Ainda segundo os autores, um aumento da conscientização dos consumidores por produtos mais saudáveis e mudanças no estilo de vida impulsionam o mercado para desenvolver novos produtos mais saudáveis.

A indústria da panificação está sempre atenta a essas tendências e se adapta constantemente. Parte importante da inovação e desenvolvimento de novos produtos é atrair e satisfazer os consumidores (GUSMÃO, 2017). Os principais fatores que impulsionam a preferência por alimentos podem ser avaliados através da análise sensorial.

A análise sensorial pode ser definida como sendo a disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição (ABNT, 1983).

Desde a concepção de um novo produto alimentício, passando pela padronização até a avaliação da qualidade do produto, a análise sensorial é uma ferramenta que permite avaliar a preferência dos consumidores entre as formulações estudadas sem que haja efeitos potencialmente tendenciosos da identidade da marca ou outras informações que possam influenciar a decisão dos provadores (GUSMÃO, 2017; LAWLESS; HEYMANN, 2010; LOUREIRO, 2015).

Os testes sensoriais são uma avaliação multidimensional integrada. Ao avaliar um produto, o consumidor considera principalmente fatores de qualidade sensorial. Nos pães são observadas características externas (cor da casca, volume, simetria,

etc), internas (maciez, cor do miolo, estrutura do miolo, etc), sabor e aroma (GUSMÃO, 2017; LOUREIRO, 2015; WALLY, 2007). Ao realizar a compra de um produto, o consumidor pode considerar fatores como custo, embalagem e conveniência (LOUREIRO, 2015).

2.2.4.1 *Escala hedônica*

O teste de aceitação é considerado bastante importante por fornecer dados sobre a percepção do produto pelo consumidor. São uma classe de testes quantitativos, que avaliam a resposta de consumidores a um conjunto de perguntas, no intuito de determinar a aceitabilidade de um produto, permitindo observar ainda variações devidas à idade, gênero, classe social e cultura, entre outros (GUSMÃO, 2017; TRIDAPALLI, 2021).

A escala hedônica de nove pontos é amplamente utilizada em testes de aceitação com adultos devido à sua simplicidade, confiabilidade e validade de seus resultados. Sua escala de avaliação varia desde o “desgostei muitíssimo” (1) até o “gostei muitíssimo” (9) (GUSMÃO, 2017; TRIDAPALLI, 2021).

2.2.4.2 *Check-all-that-apply (CATA)*

As questões Check-All-That-Appl (CATA) foram recentemente introduzidas na ciência sensorial e do consumidor para obter informações sobre a percepção dos consumidores sobre os produtos. Nesse método os consumidores são apresentados a um conjunto de produtos e uma pergunta CATA para caracterizá-los. Os consumidores são convidados a experimentar os produtos e a responder à pergunta CATA selecionando todos os termos que considerar adequados para descrever cada uma das amostras, sem qualquer restrição ao número de atributos que podem ser selecionados. A lista de palavras ou descritores na pergunta CATA geralmente inclui características exclusivamente sensoriais do produto mas também pode incluir termos

hedônicos, termos relacionados a características não sensoriais, como ocasiões de uso, posicionamento do produto e emoções (ARES; JAEGER, 2015).

Segundo Ares e Jaeger (2015), as respostas das perguntas do CATA consistem em dados binários que indicam quais termos cada um dos avaliadores marcou para descrever cada uma das amostras incluídas no estudo onde a análise dessas respostas pode ser realizada através da análise de correspondência.

De acordo com Carvalho e Struchiner (1992), a análise de correspondência é indicada para descrever matrizes com grande volume de dados discretos e sem uma estrutura claramente definida. A análise permite a visualização das relações mais importantes de um grande conjunto de atributos entre si. Os resultados são apresentados em gráficos, onde estão representadas as categorias de cada atributo e onde se pode observar as relações entre estas, através da distância entre os pontos desenhados.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

O projeto foi executado na Unidade Universitária de Encantado da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul e no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, *Campus Bento Gonçalves*.

3.2 MATERIAIS

A farinha de trigo foi cedida pela empresa Moinho do Nordeste e apresentava características desejadas para a elaboração dos pães. O fermento biológico seco instantâneo da marca Saf-instant, assim como os demais ingredientes, foi adquirido no comércio local da cidade de Bento Gonçalves/RS.

3.3 MÉTODOS

3.3.1 Processo de elaboração do pão

A formulação foi desenvolvida em conformidade com a área de panificação, onde o peso da farinha equivale a 100 % e os demais ingredientes são calculados e pesados com base na quantidade de farinha. A formulação utilizada no experimento está descrita na Tabela 1.

Tabela 1: Formulação base dos pães

Ingrediente	Percentual (%)
Farinha	100
Água	50
Fermento Biológico Seco	0,5
Sal	1

Fonte: Autor (2022)

Os pães foram elaborados seguindo as etapas descritas na Tabela 2.

Tabela 2: Etapas da elaboração dos pães

Etapa	Duração	Temperatura (°C)
Batimento	5 min	14
Retardo	16, 24, 48 e 72 horas	4
Fermentação	1h30 min	24
Forneamento	40 min	190
Resfriamento	3 horas	25

Fonte: Autor (2022)

O preparo da massa dos pães se deu pelo método direto, onde todos ingredientes foram misturados em masseira rápida da marca Braesi durante 5 minutos, em velocidade alta e controle de temperatura final da massa (14 °C) até formar uma massa homogênea, porém não sendo desenvolvida até o ponto de véu.

Para o teste de longa fermentação foi utilizada a técnica de retardo conforme descrito por Suas (2020), onde após a mistura dos ingredientes, a massa foi dividida, pré-moldada, moldada e levada para o retardador marca Venâncio, a uma temperatura de 4 °C e 80 % de umidade. Para tanto, foram realizados retardo de fermentação nos tempos de 16 h, 24 h, 48 h e 72 h, sendo estes, comparados com um pão controle (1h30 de fermentação).

Após o período de tempo de retardo para cada amostra, as mesmas foram levadas para a etapa de fermentação final durante 1h30min à temperatura de 24 °C. Na sequência, foi realizado o forneamento dos pães, em forno de lastro marca Millenium em temperatura de 190 °C durante 40 minutos com injeção de vapor.

Por fim, os pães assados foram resfriados em temperatura ambiente de 25 °C e acondicionados em embalagem plástica de polietileno de baixa densidade (PEBD) para posterior análises.

O experimento ocorreu em triplicata, onde cada tempo de fermentação rendeu vinte e quatro pães no total.

3.3.2 Análises físico-químicas e tecnológicas dos pães

Para a realização das análises, foram coletados de forma aleatória três pães de cada tratamento. As análises ocorreram em triplicata.

3.3.2.1 Cor

A cor da casca e do miolo foram medidas utilizando um colorímetro marca Konica Minolta através do sistema L* a* b* utilizando o iluminante D65. O colorímetro mede a cor através de três parâmetros: L*, que varia de 100 (branco) para zero (preto), b*, que varia de azul (negativo) para amarelo (positivo) e a*, que varia de verde (negativo) para vermelho (positivo). A cor da casca e do miolo foi medida em cinco pontos e cada ponto medido cinco vezes, de acordo com a metodologia utilizada por Steffolani *et al.* (2014).

3.3.2.2 Volume aparente

O volume foi determinado pelo método de deslocamento de sementes de painço seguindo a metodologia 10-05.01 da AACC (2001) com adaptações. Foi calculado o volume de um recipiente com o auxílio das sementes de painço e proveta graduada. A amostra de pão foi disposta dentro do recipiente e coberto pelas sementes. As sementes que sobraram representam o volume aparente do produto.

3.3.2.3 Volume específico

O volume específico foi determinado pela relação entre o volume aparente e o peso das amostras de pães assados, sendo expresso em mL/g conforme Equação 1. (PIZZINATTO; MAGNO; CAMPAGNOLLI, 1993).

Equação 1: volume específico

$$\text{V.E.} = \frac{\text{volume aparente (mL)}}{\text{massa (g)}}$$

3.3.2.4 *Umidade*

A análise de umidade foi realizada seguindo as normas do Instituto Adolf Lutz (2008). Foram pesados 5 g da amostra em cápsula de metal, previamente tarada. A amostra foi aquecida em estufa da marca Odontobrás à 105 °C durante 24 horas. Resfriada em dessecador até a temperatura ambiente e pesada.

3.3.2.5 *Porosidade do miolo*

Para a determinação da porosidade do miolo, foram avaliadas 5 fatias centrais de cada tratamento. As imagens foram tratadas com o uso de sistema digital Image J, seguindo a metodologia definida por Bueno (*work in progress*). Foram avaliadas a porção central de cada fatia, com um tamanho de 300 x 300 pixels, medindo-se parâmetros alveolares de área total, % da área e tamanho médio, sendo a porosidade calculada conforme Wolter *et al.*, 2014.

3.3.2.6 *Textura*

O perfil de textura foi determinado através do método 74-09 da AACC (2000), obtido em Texturômetro TA.XT marca Stable Micro Systems equipado com probe de SMS p/ 36 R. Os parâmetros utilizados foram: velocidade de teste 5 mm/s, força de contato 20 g e velocidade de retorno 5 mm/s. Foram avaliados os parâmetros de dureza, mastigabilidade, resiliência, elasticidade e coesividade. Foram analisadas 5 fatias centrais de cada tratamento com 15 mm de espessura.

3.3.3 Análise sensorial das formulações

A análise foi conduzida no Laboratório de Análise Sensorial do Instituto Federal do Rio Grande do Sul, *campus* Bento Gonçalves no mês de maio de 2022. O espaço conta com 27 cabines individuais, equipadas com lâmpadas e pia para expectoração. O local do Laboratório era adequado, de fácil acesso, longe de barulhos e isentos de odores, conforme norma ISO 8589:2007.

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UERGS através do parecer número: 5.299.823. Após o preenchimento do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice I) e a pesquisa socioeconômica (Apêndice II), cada julgador recebeu 5 fichas para a avaliação de cada amostra, conforme Apêndice III.

As amostras foram apresentadas em fatias inteiras (aproximadamente 25 gramas), com casca e miolo, em pratos descartáveis devidamente codificadas, sendo servidas de forma monádica em blocos inteiramente casualizados conforme norma ISO 6658:2005. Cada avaliador recebeu um copo com água para a limpeza do palato.

Inicialmente foi realizada a análise de *Check-all-that-apply* (CATA) (ARES; JAEGER, 2015; MEYNER; JAEGER; ARES, 2015) utilizando-se 23 atributos, os quais foram obtidos nos estudos de Battocchio *et al.* (2006), Bianco *et al.* (2015) e Tridapalli (2021). Na mesma ficha sensorial (Apêndice III) foi solicitado ao julgador que realizasse a avaliação dos atributos de aparência, aroma, sabor, textura, cor e impressão global das amostras utilizando uma escala hedônica estruturada de nove pontos, assim como, a indicação da intenção de compra utilizando uma escala de 5 pontos (DUTCOSKY, 2019).

3.4 ANÁLISE DOS DADOS

As análises instrumentais foram realizadas em triplicata. Os resultados obtidos foram analisados com auxílio do software *Statística* versão 10 através de Análise de Variância (ANOVA), sendo que a comparação das médias foi realizada pelo procedimento de Fisher no teste de diferença mínima significativa (*least significant difference* (LSD)).

Os dados da análise sensorial foram avaliados com o auxílio do software

Microsoft Excel versão 2016 e da extensão XLStat 2022. A distribuição de frequências das análises de escala hedônica e da intenção de compra foram analisados através de estatística descritiva. Além disso, os atributos da escala hedônica foram avaliados através de análise de componentes principais (ACP) e testados para a verificação dos pressupostos da ANOVA utilizando teste de Kolmogorov-Smirnov para se determinar a normalidade dos dados e análise de segmentação através de K-means. Os dados obtidos no teste CATA foram avaliados utilizando-se a análise de correspondência.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICA E TECNOLÓGICA DOS PÃES

Os resultados para as análises dos pães estão detalhados e discutidos abaixo.

4.1.1 Análise instrumental da cor

As características da casca do pão são consideradas essenciais para a qualidade do produto, sendo a avaliação da cor um parâmetro muitas vezes associado à aprovação pelos consumidores no momento da compra (ALTAMIRANO-FORTOUL; ROSELL, 2011; JOHANN, 2018). Pães com crosta muito clara ou muito escura estão associados a falhas no processamento, contudo é um parâmetro bastante subjetivo.

Os valores médios obtidos na análise instrumental da cor para a casca e miolo de pão estão descritos na Tabela 3 e Tabela 4, respectivamente. A partir dos dados da Tabela 3 pode-se observar que os valores médios para a cor da casca não apresentam diferença estatística entre os tratamentos.

Tabela 3 – Parâmetros de cor para a casca de pães de longa fermentação

Amostra	L*	a*	b*
Controle	74,64 ± 4,60 a	4,60 ± 2,38 a	28,96 ± 4,05 a
16h	68,93 ± 11,47 a	8,11 ± 6,59 a	29,91 ± 8,11 a
24h	71,18 ± 5,31 a	7,69 ± 5,94 a	32,71 ± 8,12 a
48h	69,69 ± 5,83 a	9,60 ± 5,33 a	37,33 ± 5,30 a
72h	69,49 ± 9,41 a	9,24 ± 8,72 a	34,82 ± 7,08 a

Valores com letras diferentes, na mesma coluna, apresentam diferença significativa no Teste LSD.

Fonte: Autor (2022)

A cor da casca nos produtos panificados é decorrente da caramelização de açúcares e da Reação de Maillard. Essa reação ocorre em determinadas condições quando açúcares redutores e aminoácidos, proteínas e/ou outros compostos que contenham nitrogênio são aquecidos juntos. Fatores como a temperatura, tempo de

exposição a temperatura, pH, atividade de água, natureza dos açúcares, natureza do aminoácido e a presença de catalisadores como fosfato e citrato, afetam a velocidade da reação, influenciando a intensidade dos produtos (cor, aroma, sabor) (BOBBIO; BOBBIO, 2001; DAMODARAN; PARKIN; FENNEMA, 2010; ORDÓNEZ *et al.*, 2005).

De acordo com Almeida (2015), pães com luminosidade da casca em torno de 70 apresentam boa aceitação sensorial. Para a casca dos pães, observa-se uma luminosidade variando de $68,93 \pm 11,47$ (16 h) a $74,64 \pm 4,60$ (controle) com tonalidade dourado-avermelhada (cor castanha característica de produtos forneados) determinada pelas coordenadas a^* e b^* , desejável para a crosta dos pães (Figura 3).

Figura 3- coloração da casca do pão de 72 horas de fermentação



Fonte: Autor (2022).

A partir dos dados da Tabela 4 pode-se observar que os valores médios para a cor do miolo apresentam diferença estatística entre os tratamentos.

Tabela 4 – Parâmetros de cor para o miolo de pães de longa fermentação

Amostra	L *	a *	b *
Controle	$78,84 \pm 2,24$ ab	$-0,18 \pm 0,14$ a	$16,96 \pm 0,44$ a
16h	$78,31 \pm 0,92$ abc	$-0,58 \pm 0,09$ c	$16,67 \pm 0,55$ ab
24h	$76,17 \pm 1,34$ bc	$-0,43 \pm 0,09$ b	$16,75 \pm 0,69$ a
48h	$77,69 \pm 2,55$ b	$-0,69 \pm 0,13$ c	$16,26 \pm 0,44$ ab
72h	$80,80 \pm 2,35$ a	$-0,92 \pm 0,11$ d	$15,76 \pm 1,12$ b

Valores com letras diferentes, na mesma coluna, apresentam diferença significativa no Teste LSD.

Fonte: Autor (2022)

A coloração do miolo pode ser influenciada por diversos fatores como: cor da farinha, tempo e temperatura do forneamento, tempo de fermentação, interações entre

os ingredientes e o pH da massa (DIAS *et al.*, 2020; ESTELLER, 2007; JOHANN, 2018; SOUSA, 2012). De acordo com Esteller (2007) e Steffolani *et al.* (2014) no miolo, a reação de Maillard ocorre numa velocidade menor do que na casca, já que a temperatura interna da massa atinge cerca de 98 °C, menor que a de evaporação de água.

No miolo, observa-se que a cor tende a valores de luminosidade variando entre $76,17 \pm 1,34$ (24 h) e $80,80 \pm 2,35$ (72 h) com leve tom amarelado indicado pela coordenada b^* ($15,76 \pm 1,12$ e $16,96 \pm 0,44$). Isso é esperado devido ao controle do tempo de batimento da massa, que reduz a oxidação dos pigmentos naturais da farinha (carotenoides), resultando em um miolo de cor creme (Figura 4) e com mais sabor (COUTINHO, 2021).

Figura 4- Miolo dos pães de longa fermentação



Fonte: Autor (2022).

Segundo Esteller (2007), valores de L^* mais altos indicam maior reflectância da luz resultando em pães com coloração mais clara ou pobres em açúcares. Almeida (2015), destaca que um maior tempo de fermentação permite um aumento do consumo dos açúcares da massa pela ação das leveduras, reforçando a observação de Esteller (2007) sobre pães pobres em açúcares terem maior luminosidade, contudo esse efeito não pode ser observado no estudo.

Para Esteller (2007), algumas variações nos valores de a^* e b^* podem estar relacionadas com o grau de porosidade do pão e mudanças na luz que incide na superfície do pão.

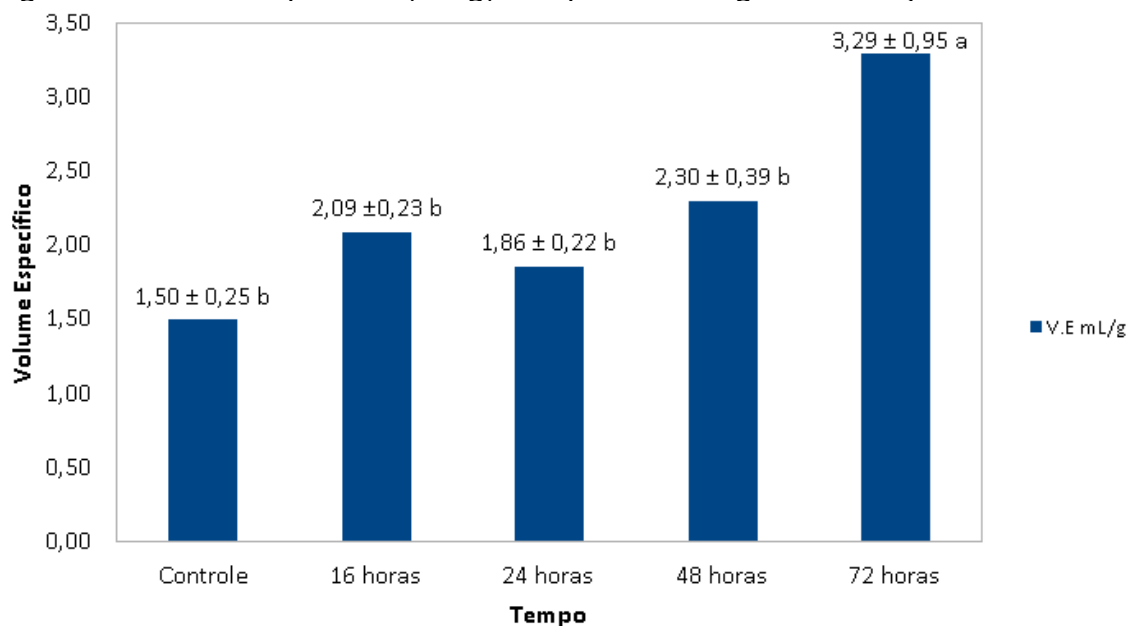
Almeida (2015), em seu estudo sobre o efeito da sova nas características e aceitabilidade do pão de forma, percebeu que a luminosidade média da casca do pão aumentou gradualmente conforme o número de sovas e o tempo da fermentação

aumentaram. Para o miolo do pão, a autora obteve resultados variando entre 68,67 e 80,21, valores que vão ao encontro com os resultados encontrados no presente estudo.

4.1.2 Volume específico

O volume específico dos pães também é um parâmetro importante frente a aceitabilidade dos consumidores, pois pães com maiores volumes específicos geralmente são os preferidos (ALENCAR *et al.*, 2015). A Figura 5 mostra os valores de volume específico encontrados no experimento.

Figura 5 - Volume específico (mL/g) dos pães de longa fermentação.



Fonte: Autor (2022).

O volume é estabelecido a partir da quantidade de gás produzido durante a etapa de fermentação e posterior retenção durante o forneamento, mostrando a relação entre teor de sólidos e ar existente na massa assada (ESTELLER, 2007; JOHANN, 2018).

O tratamento com 72 horas de fermentação obteve os melhores resultados para o volume específico, alcançando valores de 3,29 mL/g apresentando diferença

estatística em relação aos demais tratamentos, o que permite concluir que um tempo de fermentação de 72 horas resulta em pães de maior volume específico. Os valores encontrados no estudo vão ao encontro com outros estudos da área de panificação.

Martinbianco e seus colaboradores (2013) em seu estudo de avaliação sensorial de pães com fermentação natural empregando diferentes culturas *starters*, obtiveram valores de volume específico entre 1,29 mL/g até 3,91 mL/g. E Ferraz (2016) em seu estudo sobre a influência de diferentes concentrações de células viáveis de *Lactobacillus plantarum* e *Saccharomyces cerevisiae* como culturas *starters* em pães *sourdough* encontrou valores para volume específico variando entre 2,52 mL/g e 3,11 mL/g.

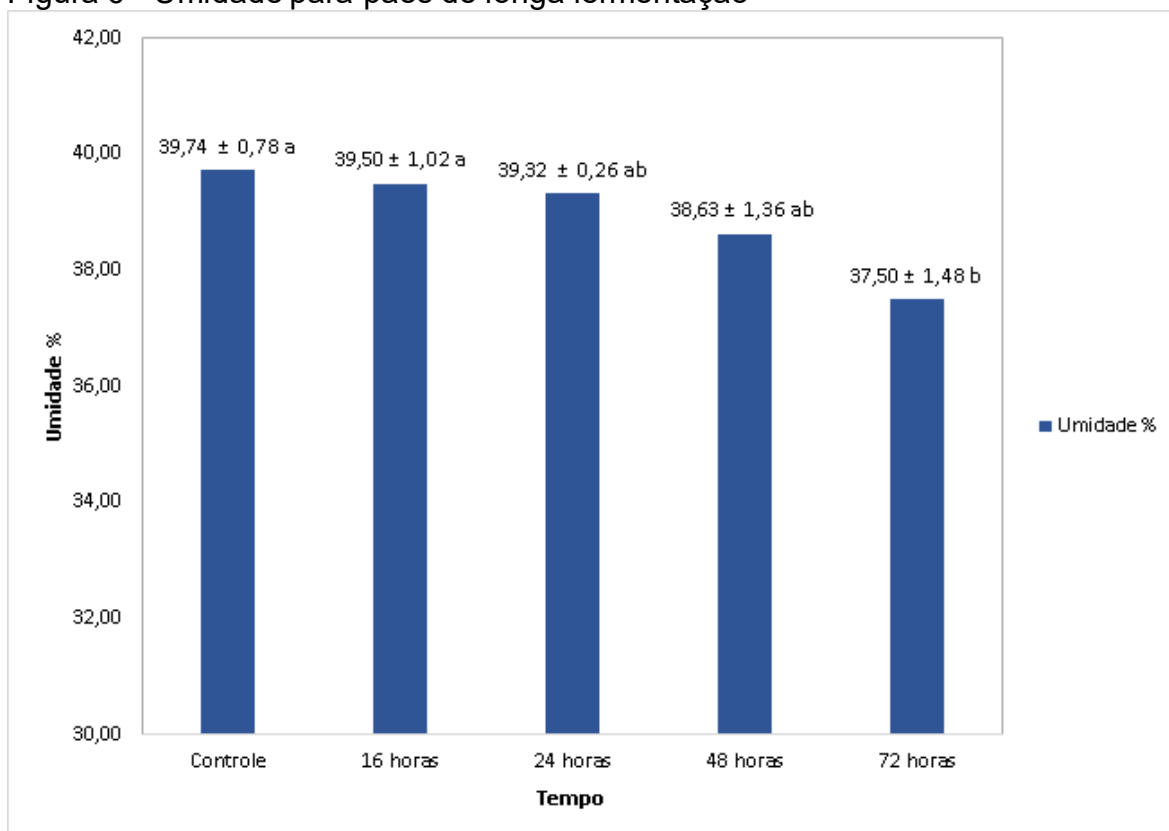
Autores como Alcântara (2017), Dias *et al.*, (2020), Ortolan (2017) e Sousa (2012) encontraram valores ligeiramente maiores do que os encontrados, com valores para volume específico variando entre 2,30 mL/g a 6,02 mL/g, 3,64 mL/g a 4,61 mL/g e 3,62 mL/g a 4,30 mL/g e 3,34 mL/g a 4,41 mL/g, respectivamente.

4.1.3 Umidade

Os valores obtidos na análise de umidade estão apresentados na Figura 6, onde pode-se observar diferença estatística entre os tratamentos.

Segundo Esteller (2007), a umidade está associada com a maciez e a facilidade de mastigação, em excesso aumenta a pegajosidade da massa (pode grudar no céu da boca) e acelera a deterioração microbológica.

Figura 6 - Umidade para pães de longa fermentação



Fonte: Autor (2022).

De acordo com os padrões de qualidade para pães, fixados pela Resolução número 90 da ANVISA (BRASIL, 2000), o limite máximo para o parâmetro de umidade é de 38 %. Em atenção a essa legislação, as formulações excedem ao limite estabelecido.

Uma possível justificativa para o alto teor de umidade, é a ocorrência da gelatinização do amido na formação do miolo do pão. Na água fria, o amido pode absorver até 30 % do seu peso em água. Quando aquecido, as moléculas de amido vibram com força, rompendo as ligações intermoleculares e estabelecendo ligações de hidrogênio com a água disponível, o que aumenta a quantidade de água absorvida pelos grânulos de amido. O aquecimento contínuo dos grânulos de amido na presença da água resulta em mais inchaço até chegar a um sistema em que toda a água estará ligada às cadeias de amilose e amilopectina, ou presa nos espaços entre os grânulos, sendo liberada durante o envelhecimento do pão (BOBBIO; BOBBIO, 2001; ORDÓNEZ *et al.*, 2005; SUAS, 2020).

Sousa (2017), avaliando o efeito da substituição do fermento comercial por *levain*, encontrou valores de umidade de 41,58 % (uso de 60 % de *levain*), 39,87 % (fermento comercial) e 37,47 % (uso de 40 % de *levain*). Tirloni (2017), em seu estudo para substituição de fermento comercial por *levain* na produção de pães do tipo francês, obteve valores de umidade variando entre 22,1 % e 33,5 %.

4.1.4 Porosidade do miolo

Os valores encontrados para a porosidade do miolo estão apresentados na Tabela 5. Segundo Esteller (2007) e Alcântara (2017), a quantidade e o volume dos alvéolos estão diretamente relacionados com a formulação (quantidade de água, proteínas da farinha, etc) e o processo empregado (processo de mistura, tempo de fermentação, etc). Por exemplo, massas cilindradas tendem a apresentar miolo mais homogêneo, com maior número de alvéolos e com volumes menores (Figura 7).

Tabela 5 – Parâmetros alveolares para pães de longa fermentação

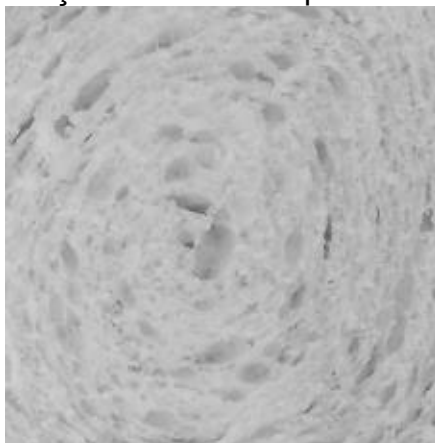
Amostra	Área total (cm)	Tamanho médio (cm)	Área (%)
Controle	1,96 ± 0,75 b	0,01 ± 0,00 b	18,98 ± 5,35 b
16h	2,70 ± 0,79 a	0,01 ± 0,01 ab	28,42 ± 8,29 a
24h	1,68 ± 0,36 b	0,01 ± 0,00 b	17,69 ± 3,82 b
48h	2,87 ± 0,66 a	0,02 ± 0,01 a	30,16 ± 6,94 a
72h	2,40 ± 0,51 ab	0,01 ± 0,01 ab	25,21 ± 5,38 ab

Valores com letras diferentes, na mesma coluna, apresentam diferença significativa no Teste LSD.

Fonte: Autor (2022).

Essa influência do processamento é vista no estudo, onde os parâmetros alveolares de área total e porcentagem de área são semelhantes entre os tratamentos com 16 horas e 48 horas de fermentação, havendo diferença estatística em relação aos tratamentos controle e 24 horas. O tratamento com 72 horas não diferiu estaticamente entre os tratamentos (Tabela 5).

Figura 7 - Corte para avaliação de alvéolos - pães de 48 horas de fermentação



Fonte: Autor (2022)

O tempo de fermentação parece ter influenciado o volume de cada alvéolo, indicando uma estrutura mais aberta para os pães conforme o tempo de fermentação avançou, onde os tratamentos com 16 horas e 48 horas de fermentação apresentaram os maiores valores para área de alvéolos, não diferindo do tratamento com 72 horas.

Em seu estudo visando a otimização da qualidade do pão produzido a partir de trigo e milheto (*Panicum miliaceum L.*) adicionando emulsificantes, transglutaminase e xilanase, Schoenlechner *et al.*, (2013), obtiveram valores variando entre 2,55 e 5,38 para a área de poros nos pães adicionados de emulsificantes e valores entre 2,06 e 5,59 nos pães sem adição de emulsificantes.

Em seu estudo sobre a influência da *Weissella cibaria* produtora de dextrano nas propriedades de panificação e perfil sensorial de pães sem glúten e de trigo, Wolter e seus colaboradores (2014) encontraram valores para a porosidade em 51,3 % e 55,8 % no pão de trigo, valores maiores dos encontrados no presente estudo.

4.1.5 Perfil de textura

Segundo Johann (2018), a textura pode ser considerada uma das propriedades mais importantes dos alimentos sólidos, percebida através da visão, audição e tato. Nos pães, é indicador de frescor e qualidade para o consumidor, sendo

importante para a aceitabilidade do produto no mercado (ZARDO, 2017).

Os valores médios obtidos na análise instrumental de textura para os pães de longa fermentação estão descritos na Tabela 6. Pode-se observar que os valores médios para a dureza, mastigabilidade, elasticidade, resiliência e coesividade apresentam diferença estatística entre os tratamentos.

Tabela 6 – Parâmetros de textura instrumental para pães de longa fermentação.

Amostra	Dureza (N)	Mastigabilidade	Elasticidade	Resiliência	Coesividade
Controle	25,86 ± 5,13 a	4006,89 ± 2324,02 bc	1,98 ± 1,30 b	0,53 ± 0,07 b	0,82 ± 0,05 b
16h	13,40 ± 1,48 b	5678,44 ± 1031,83 b	4,89 ± 0,90 a	0,59 ± 0,05 a	0,86 ± 0,02 ab
24h	16,37 ± 1,10 b	8035,32 ± 1372,13 a	5,63 ± 0,94 a	0,55 ± 0,02 ab	0,86 ± 0,02 ab
48h	8,30 ± 0,55 c	3988,96 ± 254,92 bc	5,55 ± 0,31 a	0,53 ± 0,03 b	0,85 ± 0,02 ab
72h	4,74 ± 0,49 d	2451,54 ± 284,85 c	5,77 ± 0,14 a	0,53 ± 0,02 b	0,88 ± 0,01 a

Valores com letras diferentes, na mesma coluna, apresentam diferença significativa no Teste LSD.

Fonte: Autor (2022).

A dureza do miolo é a propriedade que atrai maior atenção na avaliação sensorial devido a sua correlação de frescor percebida pelo consumidor, onde uma menor dureza é desejada, já que valores maiores de dureza são associados aos produtos de pior qualidade (ESTELLER, 2007; JOHANN, 2018; SOUSA, 2012).

Os valores de dureza variaram entre 4,74 ± 0,49 N (72 h) e 25,86 ± 5,13 N (controle). Durante a etapa de fermentação ocorre uma série de modificações físico-químicas na massa, como a redução de pH e ação de alfa-amilases, proteases e peptidases, que atuam degradando amido e cadeias proteicas para gerar combustível para as leveduras produzirem álcool e CO₂ (BENASSI; WATANABE, 1997; COUTINHO, 2021). Quanto maior o tempo de fermentação (em condições controladas), por mais tempo existe ação enzimática e por mais tempo as leveduras produzem CO₂. Logo, maior será a quebra do amido e proteínas presentes na massa e maior será a distribuição de bolhas de CO₂ que aumentam o volume do pão. O que

permite concluir que o tempo de fermentação reduz a dureza do produto.

Lara (2016), em seu estudo de pães congelados de longa fermentação, encontrou valores de dureza entre 9,97 N e 24,60 N, valores que vão ao encontro com os encontrados no presente estudo. Dias e seus colaboradores (2020), sinalizam uma relação inversa entre o volume específico e a dureza do pão, fato encontrado nesse estudo uma vez que o pão de 72 horas apresentou o maior volume específico (3,29 mL/g), conforme a Figura 5, e menor dureza ($4,74 \pm 0,49$ N), conforme a Tabela 6.

A mastigabilidade é a energia necessária para transformar o alimento sólido em um estado pronto para deglutição (JOHANN, 2018). Para Esteller (2007), um aumento na mastigabilidade reforça o conceito de um pão “borrachudo” e que necessita de mais mastigação. No presente estudo não foi observada uma tendência para redução da mastigabilidade em relação ao tempo de fermentação.

A elasticidade e resiliência são relacionadas ao frescor do produto. Ambos fatores refletem a capacidade da massa retornar a sua forma original depois de ser submetida a uma deformação elástica e assim são importantes ao longo do processo produtivo de pães desde o fatiamento, embalagem, transporte, armazenamento, manipulação e ingestão (ESTELLER, 2007; ZARDO, 2017).

A resiliência mede tanto a velocidade quanto as forças envolvidas na recuperação de um alimento quando a força deformante é removida (CAROCHO *et al.*, 2020). A resiliência foi bastante uniforme entre os tratamentos controle, 48 horas e 72 horas não sendo observada diferença estatística significativa entre eles. O tratamento com 16 horas de fermentação apresentou o maior valor de resiliência, não diferindo estatisticamente do tratamento com 24 horas de fermentação.

A elasticidade é definida pela taxa na qual um alimento deformado retorna para a forma não deformada. O pão não é um alimento muito elástico (CAROCHO *et al.*, 2020). Com relação a elasticidade, maiores valores são desejados.

Os melhores resultados para elasticidade foram observados nas amostras com tempo de fermentação superior ou igual a 16 horas (conforme a Tabela 6), sendo que houve diferença estatística em comparação ao pão controle, indicando que a fermentação teve influência positiva nesse parâmetro.

A coesividade é o grau de extensão até onde um material pode ser deformado antes de se romper, é um parâmetro importante para evitar o esfarelamento dos pães

durante o processamento (fatiamento, embalagem e estocagem), consumo e ingestão (ESTELLER, 2007; ZARDO, 2017). Para Carochó e seus colaboradores (2020), a coesão é considerada como o sucesso de um alimento em suportar uma segunda deformação em relação à sua resistência à primeira deformação.

A manutenção da coesividade em produtos panificados está relacionada principalmente as ligações de hidrogênio, pontes dissulfeto e ligações cruzadas com participação de íons metálicos e a mobilidade da água na massa (ALMEIDA, 2015; ESTELLER, 2007).

Os valores de coesividade encontrados variaram entre $0,88 \pm 0,01$ (72 h) e $0,82 \pm 0,05$ (controle), sendo que houve diferença estatística entre o tratamento controle e o tratamento com 72 horas de fermentação, indicando que a fermentação teve influência positiva para coesividade. Em seu estudo comparativo entre diferentes formulações de pão, Carochó *et al.* (2020), encontraram valores para coesividade variando entre 0,84 (pão multi-cereais) e 0,92 (pão integral), enquanto Almeida (2015) obteve valores de coesividade menores, variando entre 0,63 (3 sovas) e 0,79 (padrão).

4.2 ANÁLISE SENSORIAL

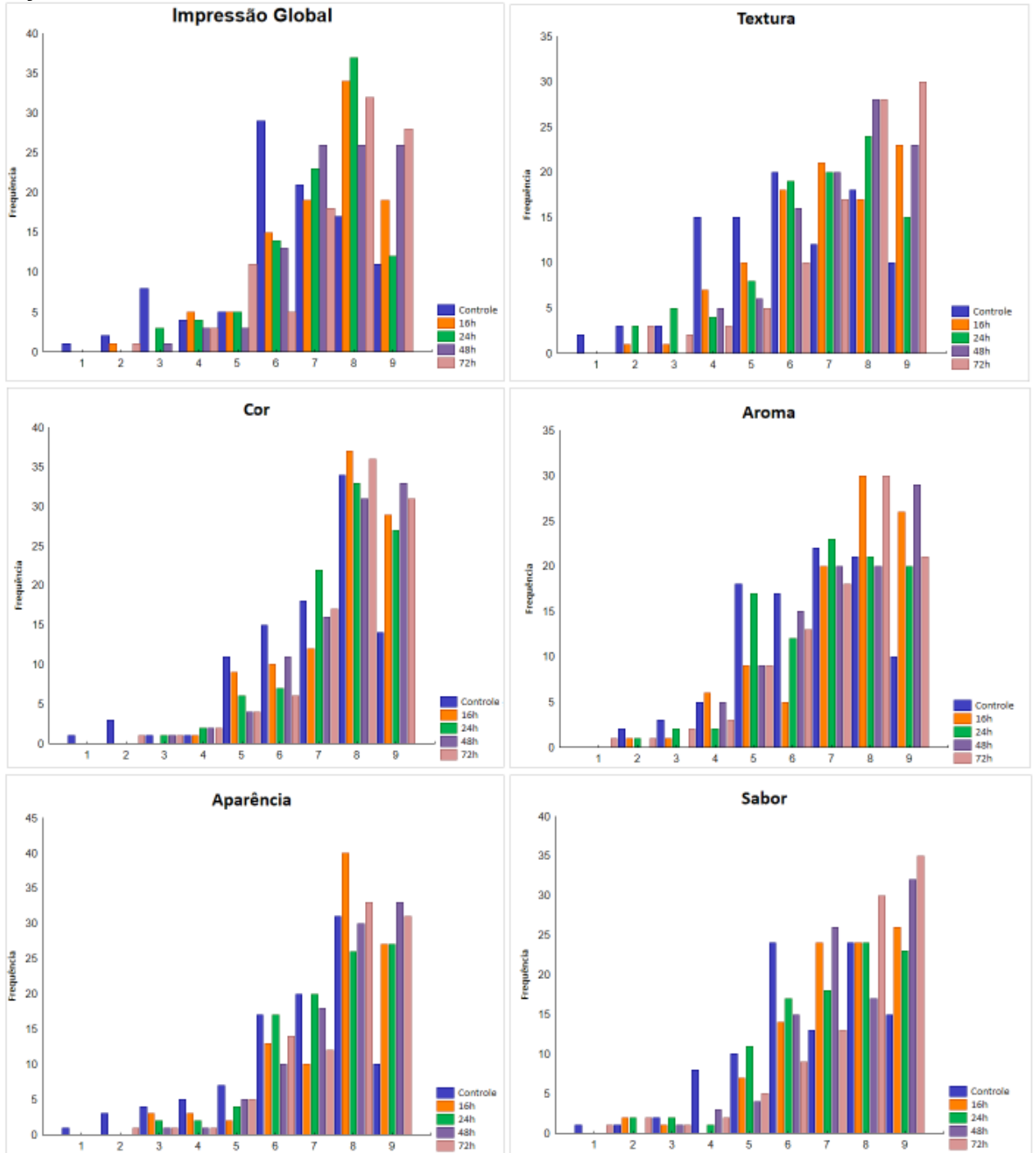
Participaram do teste 103 julgadores não treinados que apresentaram 95 % de frequência de consumo de pães todos os dias ou quase todos os dias e 5 % de consumo mensal. Sendo 53 mulheres, 48 homens e 2 que preferiram não se identificar, com idades entre 10 anos e 70 anos, onde 50 % dos participantes reportaram média salarial familiar entre R\$ 3.300,00 e R\$ 6.600,00; 34 % renda superior a R\$ 6.600,00 e 16 % renda menor que R\$ 3.300,00 reais.

Os resultados obtidos na escala hedônica foram testados para a verificação dos pressupostos da ANOVA utilizando teste de Kolmogorov-Smirnov para se determinar a normalidade dos dados, sendo obtido um resultado significativo, o que não permitiu prosseguir com a análise de variância dos dados. Na análise de segmentação, os agrupamentos apresentaram uma variabilidade intraclasse maior que a interclasse, não sendo possível seguir com esta análise também. Assim, os dados obtidos na escala hedônica foram avaliados através de estatística descritiva e

de análise de componentes principais.

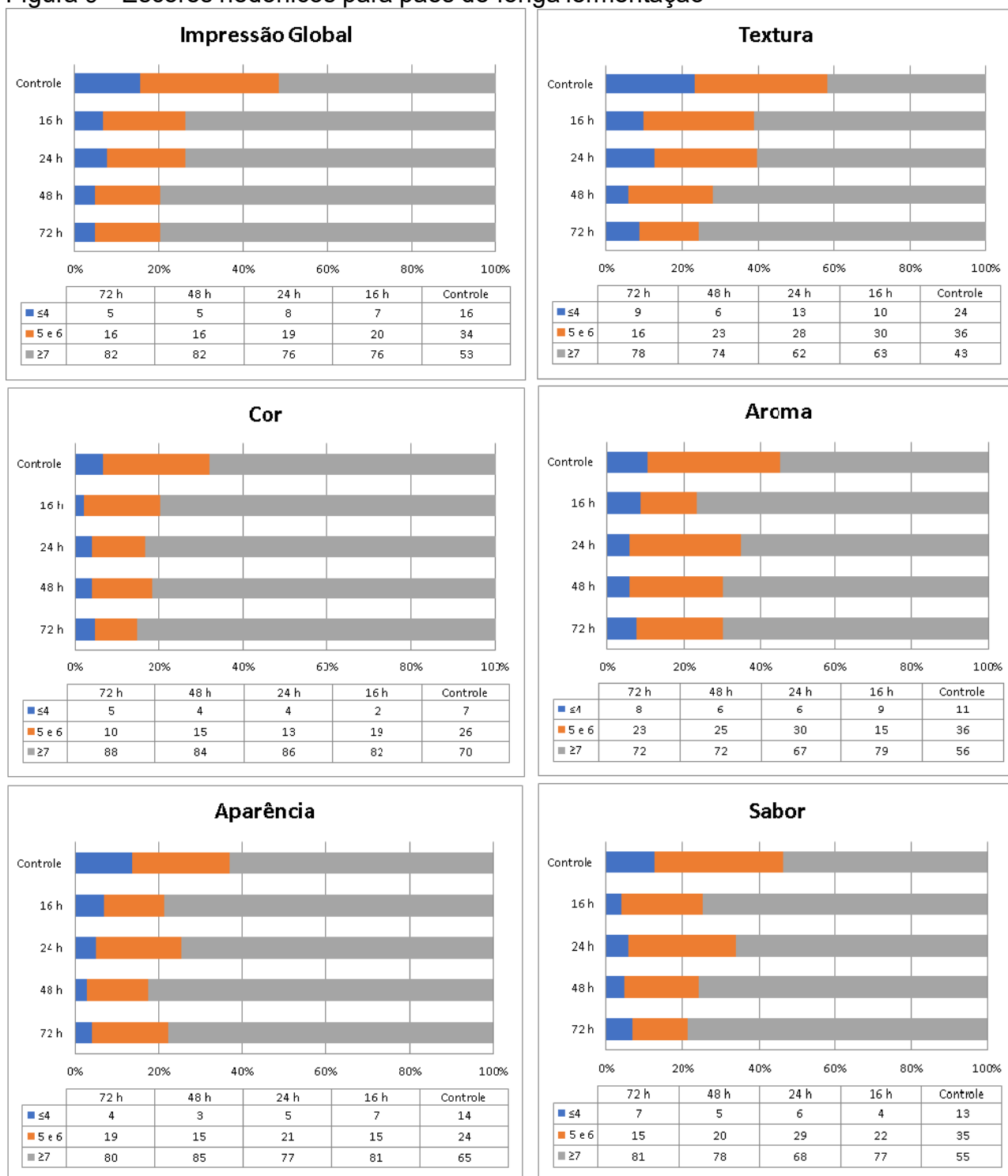
Os resultados da avaliação de atributos através da escala hedônica estão apresentados nas Figura 8 e Figura 9, respectivamente.

Figura 8 - Frequência de avaliação para os atributos sensoriais em pães de longa fermentação



Fonte: Autor (2022).

Figura 9 - Escores hedônicos para pães de longa fermentação



Fonte: Autor (2022)

Sousa (2012), cita que é possível reconhecer a qualidade de um pão quando este apresenta boa aparência e gosto agradável, porém, essa avaliação é bastante subjetiva.

Para a impressão global os pães com 72 horas e 48 horas de fermentação apresentaram 82 % das notas iguais ou acima de 7 (gostei regularmente), enquanto a amostra controle apresentou apenas 53 %.

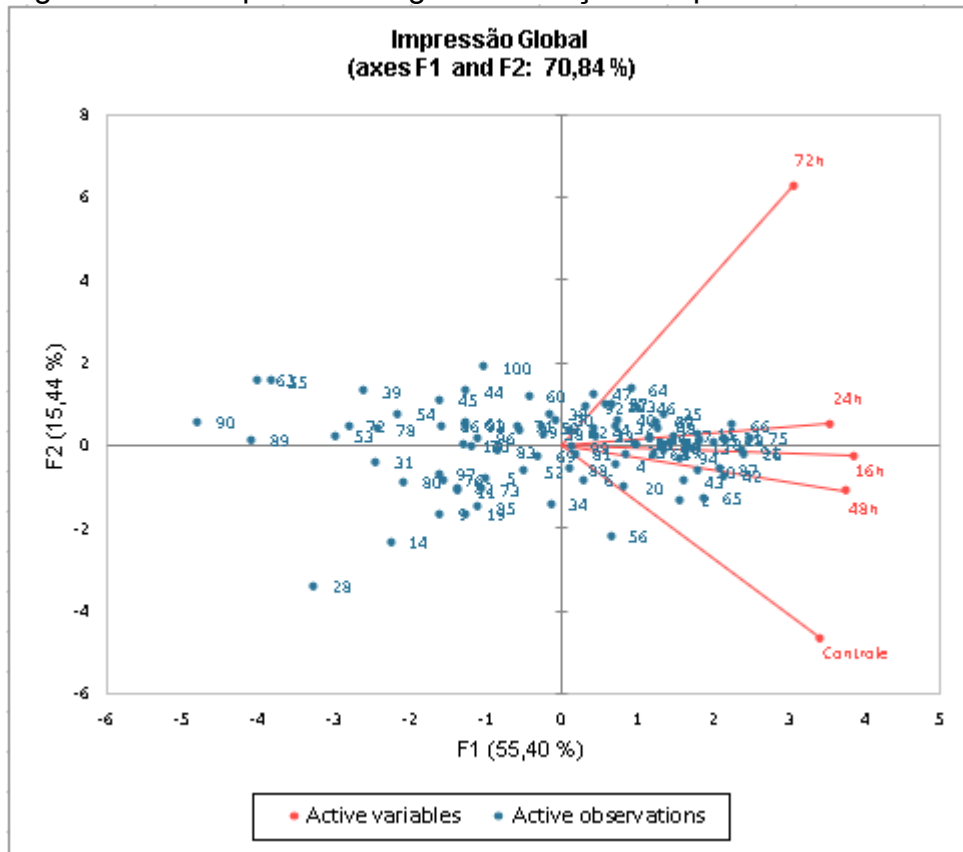
Para o atributo de aparência, o pão com 48 horas de fermentação teve 85 % das notas iguais ou acima de 7, seguido pelos pães com 16 horas (81 %), 72 horas (80 %) e 24 horas (77 %). Para o sabor, o pão com 72 horas de fermentação apresentou 81 % das maiores notas, seguido pelos pães de 48 horas (76 %), 16 horas (77 %) e 24 horas (68 %). Para o aroma, o pão com 16 horas de fermentação apresentou 79 % das notas iguais ou superiores a 7, enquanto o pão controle apresentou 56 %.

Para o atributo de textura e cor, o pão com 72 horas de fermentação apresentou 78 % e 88 %, respectivamente, para as notas iguais ou superiores a 7. Os resultados são apoiados pelas análises tecnológicas de cor e textura, onde os melhores resultados foram encontrados nas amostras com maiores tempo de fermentação, conforme pode ser verificado nas Tabela 4 e Tabela 6.

Sousa (2017), avaliou sensorialmente o efeito da substituição do fermento comercial por *levain* em pães, e as maiores médias para aparência, cor, aroma, sabor, textura e impressão global foram para a amostra controle (fermento comercial), onde a impressão global teve média 7,7 enquanto as amostras com 40 % e 60 % de *levain* tiveram médias 5,5 e 5,4, respectivamente.

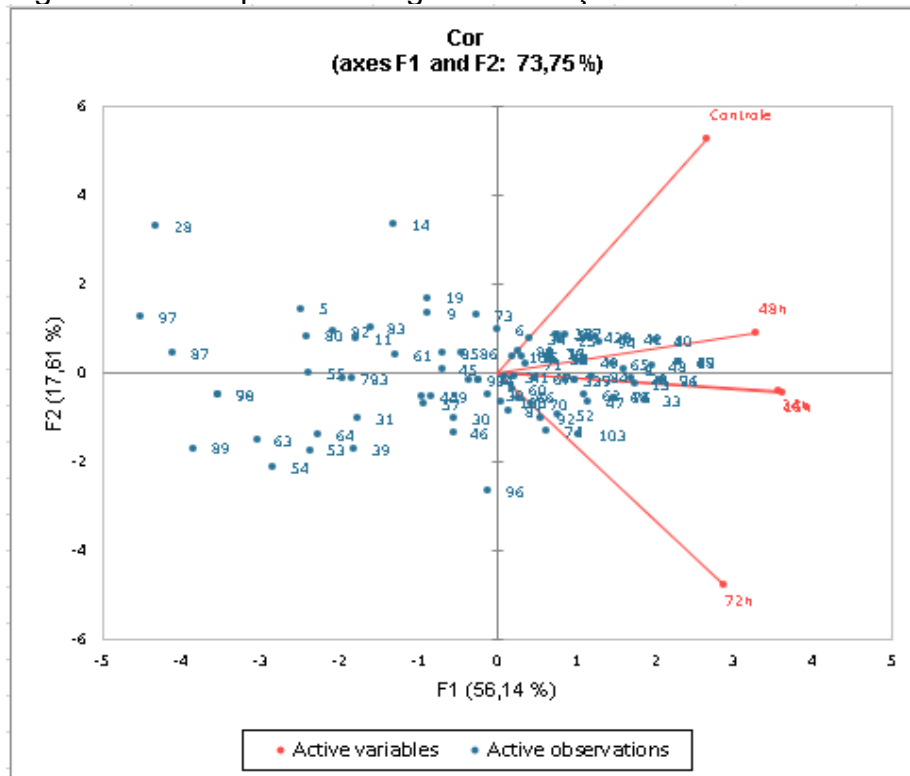
As variáveis observadas no teste de aceitação foram submetidas à Análise de Componentes Principais (ACP) sendo possível observar a correlação entre elas, conforme as Figura 10, Figura 11, Figura 12, Figura 13, Figura 14 e Figura 15.

Figura 10 - ACP pães de longa fermentação - Impressão Global



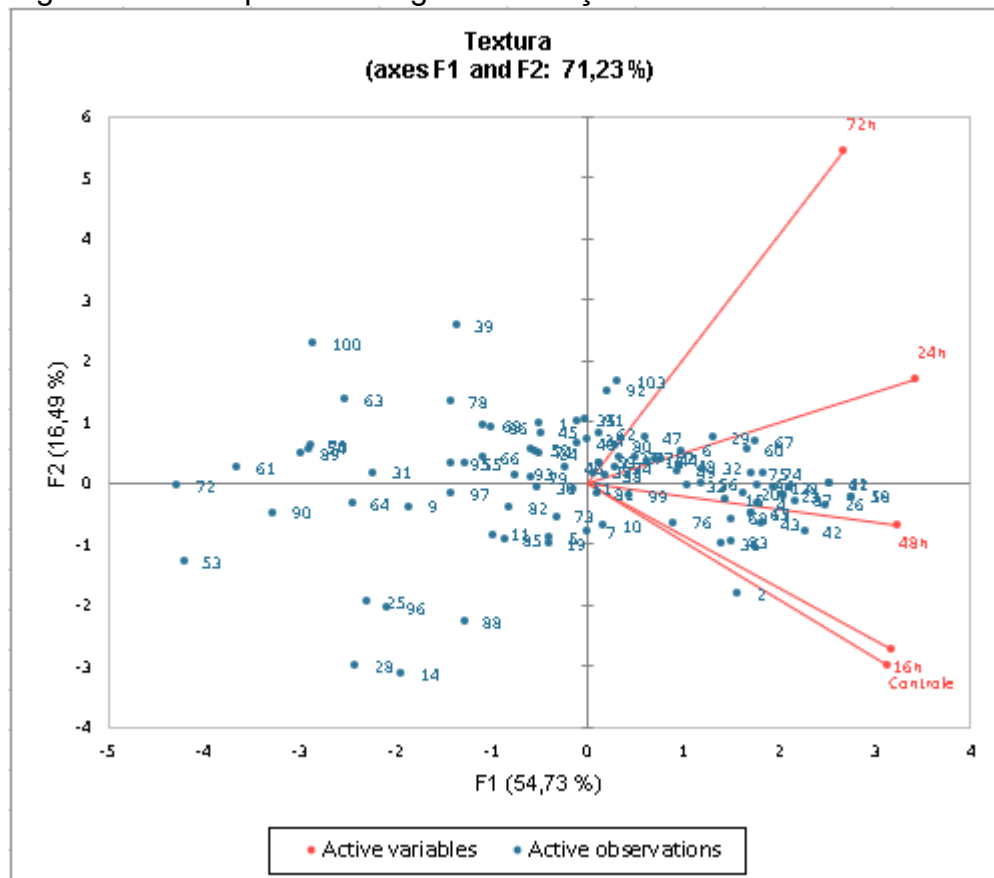
Fonte: Autor (2022).

Figura 11 - ACP pães de longa fermentação - Cor



Fonte: Autor (2022).

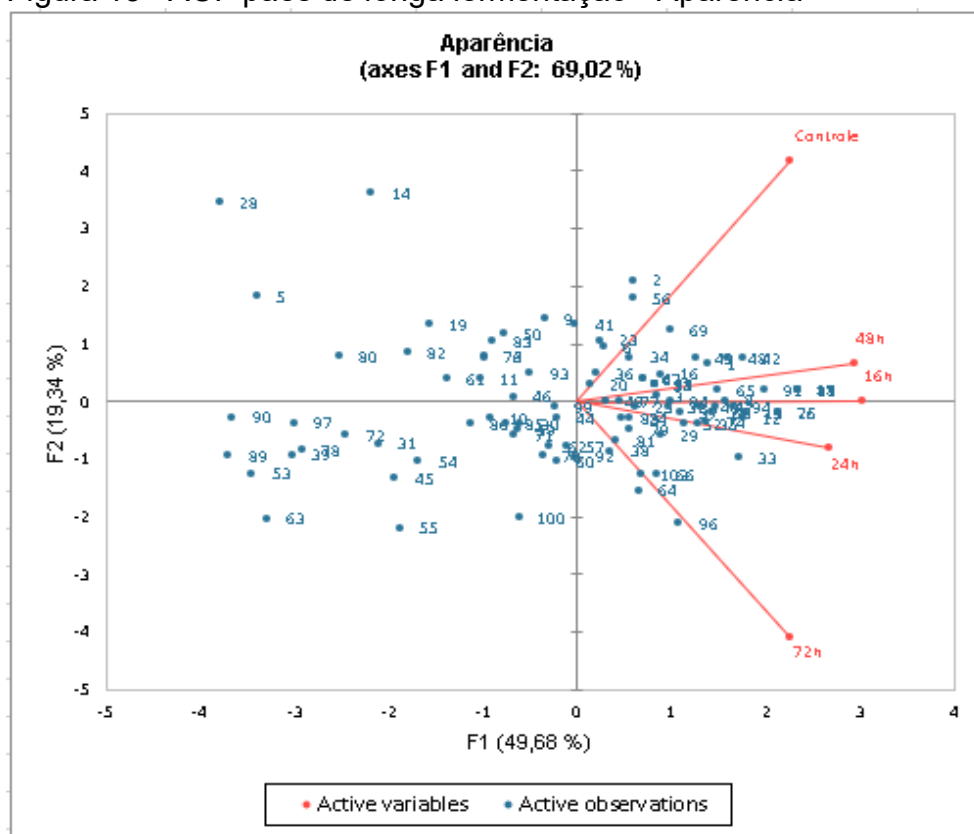
Figura 12 - ACP pães de longa fermentação - Textura



Fonte: Autor (2022).

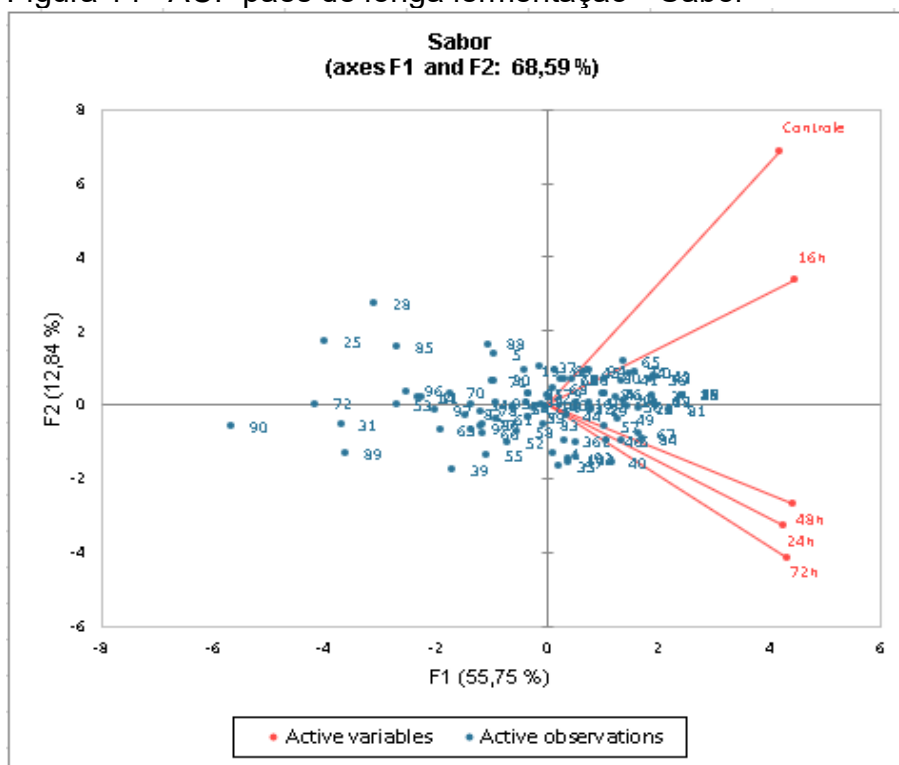
Para a impressão global, cor e textura os dois componentes principais explicam 70,84 %, 71,23 % e 73, 75 %, respectivamente, da variação total das variáveis afetivas. Percebe-se que a amostra controle está oposta ao pão de 72 horas de fermentação na matriz e provavelmente um número maior de julgadores preferiu as amostras da região mais central, pelo fato dos pães de 16 horas, 24 horas e 48 horas estarem próximos nesse eixo da matriz.

Figura 13 - ACP pães de longa fermentação - Aparência



Fonte: Autor (2022).

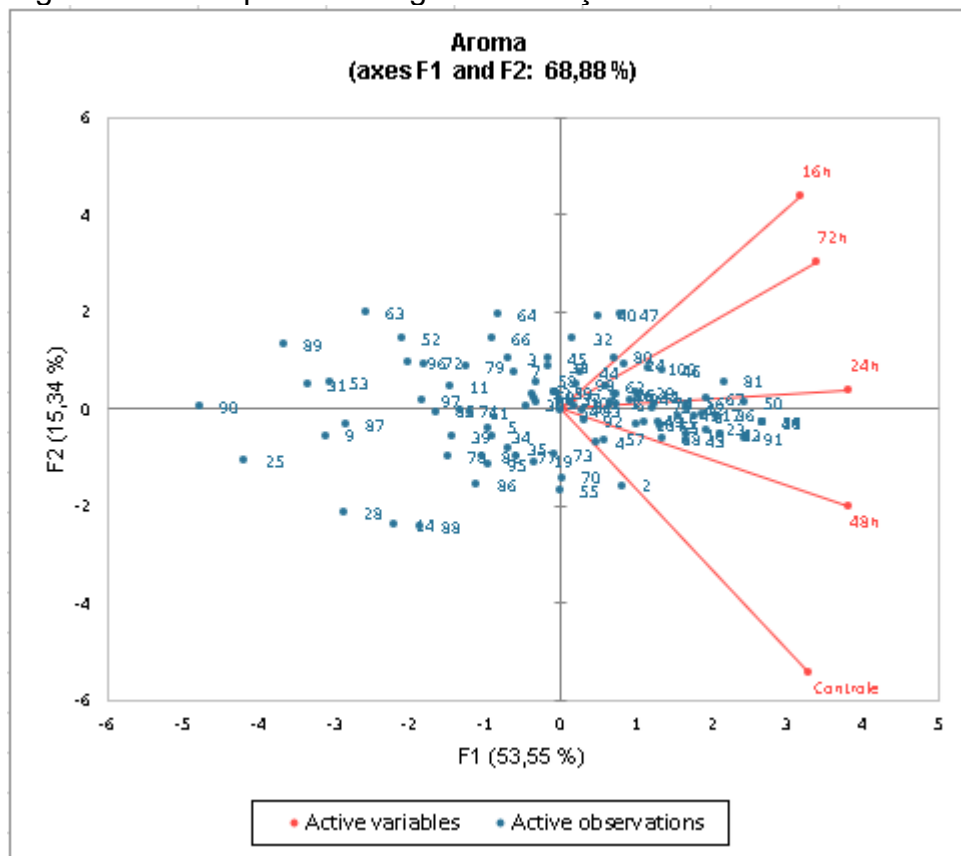
Figura 14 - ACP pães de longa fermentação - Sabor



Fonte: Autor (2022).

Para a aparência e sabor, também se tem a amostra controle oposta ao pão de 72 horas de fermentação, com os dois componentes principais explicando 69,02 % e 68,59 %, respectivamente, da variação para as variáveis. Para o sabor, os pães com tempo superior ou igual a 24 horas de fermentação ficaram agrupados no eixo oposto ao pão controle e ao pão com 16 horas de fermentação, sendo que os dois componentes principais explicam 68,59 % da variação da aceitação para o sabor. Provavelmente os julgadores perceberam como semelhante o sabor para os pães controle e 16 horas, da mesma forma como provavelmente ocorreu para os demais tempos de fermentação.

Figura 15 - ACP pães de longa fermentação - Aroma



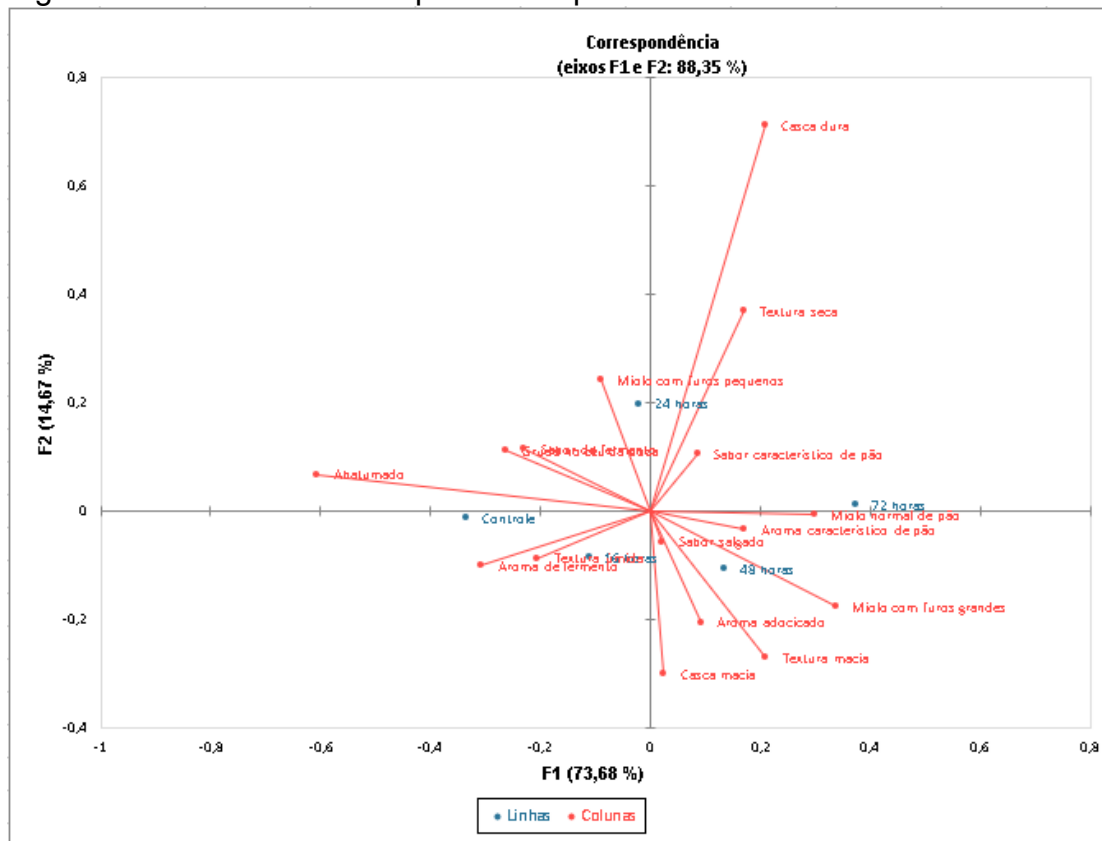
Fonte: Autor (2022).

Para o aroma, a amostra de 16 horas ficou bastante próxima a amostra de 72 horas e estão opostas ao pão controle, sendo que os dois componentes principais explicam 68,88 % da variação para o aroma nesse caso.

As respostas obtidas dos julgadores para o teste CATA foram analisadas pela

frequência da citação dos atributos (sim ou não), a partir dessas respostas realizou-se a Análise de Correspondência (AC) que explica 88,35 % da variabilidade entre as amostras, e permitiu observar quais descritores melhor caracterizaram as amostras conforme ilustrado pela Figura 16. Amostras próximas entre si possuem propriedades globais similares.

Figura 16 - Análise de correspondência para o teste CATA



Fonte: Autor (2022)

É possível notar que os julgadores separaram as amostras em 3 grupos, onde o pão controle e com 16 horas de fermentação ocupam o mesmo eixo e foram caracterizados como aroma de fermento, textura úmida e abatumado, provavelmente o tempo de fermentação influenciou na percepção dos julgados para esses atributos.

O pão controle está oposto ao pão de 72 horas de fermentação, reforçando a diferença entre eles conforme mostram os resultados da escala hedônica.

Os pães de 72 horas e 48 horas de fermentação estão em eixos próximos caracterizando-se por maior proximidade aos descritores de miolo normal de pão, aroma característico de pão, textura macia, casca macia, miolo com furos grandes,

aroma adocicado e sabor salgado.

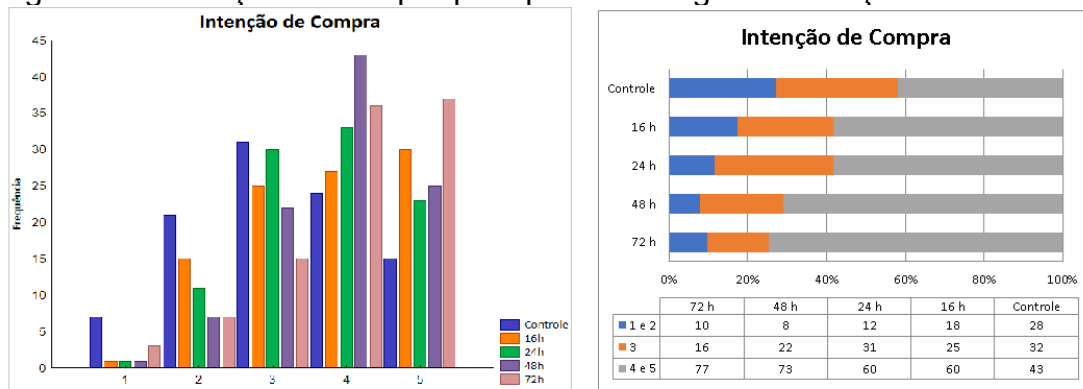
Ao encontro com o observado na análise de porosidade (Tabela 5), o pão de 24 horas de fermentação está próximo do descritor de miolo com furos pequenos e em oposição a amostra de 48 horas, que por sua vez está próxima ao descritor miolo com furos grandes.

Descritores relacionados a textura de uma forma positiva (casca macia e textura macia) estão no eixo do pão com 48 horas de fermentação, próximo ao pão de 72 horas de fermentação. Já descritores negativos para a textura (casca dura e textura seca) não ficaram próximos as amostras, provavelmente são termos que não descrevem as amostras, o que vai ao encontro com os resultados obtidos para a análise de textura (Tabela 6).

Aniceto e seus colaboradores (2015), visando a caracterização sensorial de pães integrais com grãos, tiveram suas amostras caracterizadas por descritores como: cor bege do miolo, aroma de trigo integral, gosto salgado, sabor de pão integral, residual de fermentado, aparência atrativa, aroma doce e fermentado, textura macia, aroma queimado da casca e gosto doce.

Também foi realizado um questionário aos julgadores para a avaliar a intenção de compra de cada amostra, os resultados estão representados na Figura 17.

Figura 17 - Intenção de compra para pães de longa fermentação



Fonte: Autor (2022).

Observa-se que os pães com os pães com 72 horas e 48 horas de fermentação tiveram 77 % e 73 %, respectivamente, para intenção de compra dos avaliadores sendo a amostra controle a mais rejeitada, tendo apenas 43 % para

possibilidade de compra.

Estes resultados vão ao encontro com os resultados da escala hedônica e reforçam que atributos como aparência, cor, sabor e textura são fatores determinantes para a compra de um produto, assim como podemos relacionar a intenção de compra com a aceitação global do produto já que os pães com 72 horas e 48 horas de fermentação foram mais aceitos globalmente.

Os resultados também reforçam que alguns descritores podem influenciar a decisão de compra para os pães, onde os pães que foram relacionados com descritores como: miolo normal de pão, aroma característico de pão, textura macia e casca macia tiveram um percentual de intenção de compra maior do que para os pães que foram relacionados a descritores negativos, como abatulado e aroma de fermento.

5 CONCLUSÕES

O mercado de panificação está em constante atualização e busca sempre atender as demandas dos consumidores. Nem sempre é viável para a indústria empregar métodos como o uso de *levain*, porém é possível inovar no setor apenas resgatando técnicas ou processos que permitem dar o tempo necessário para que a fermentação ocorra, trazendo todos os benefícios que ela proporciona e não somente o volume do produto.

O processo de longa fermentação promove diversas modificações na massa, gerando pães de textura mais macia, coloração creme, aromas e sabores mais característicos, devido ao tempo em que as leveduras atuam no produto.

Para a cor na casca dos pães, observou-se uma luminosidade alta, com tonalidade dourado-avermelhada, característica de produtos forneados. No miolo, a cor tendeu a valores com leve tom amarelado. Para o volume específico, o pão com 72 horas de fermentação apresentou o melhor resultado. Na porosidade de miolo, os pães com 16 horas, 48 horas e 72 horas apresentaram o maior percentual de área de poros. Para a textura, os menores valores de dureza foram observados no pão com 72 horas de fermentação, bem como os maiores valores para coesividade.

Os testes de intenção de compra, escala hedônica e CATA mostraram que os pães com 72 horas e 48 horas de fermentação foram mais aceitos e relacionados com descritores positivos, como aroma característico de pão, miolo normal de pão, miolo com furos grandes, miolo com furos pequenos e aroma adocicado.

Os resultados obtidos no presente estudo, demonstram que é possível prolongar o tempo de fermentação para até 72 horas, ajustando-se o percentual de fermento biológico comercial utilizado nas formulações, garantindo-se a padronização dos produtos e a exploração de um nicho que está em crescimento, mais estudos podem ser realizados explorando outras características dos produtos com tempo de fermentação prolongado.

REFERÊNCIAS

AACC. American Association of Cereal Chemists. **Approved methods of the American Association of Cereal Chemists**. Saint Paul, 1995.

AACC. American Association of Cereal Chemists. **Approved methods of the American Association of Cereal Chemists**. St. Paul, 2000.

AACC. American Association of Cereal Chemists. **Approved methods of the American Association of Cereal Chemists**. St. Paul, 2001.

ABIP – Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria. **Indicadores da Panificação e Confeitaria 2020**. Disponível em: <<https://www.abip.org.br/site/wp-content/uploads/2021/01/Indicadores2020-abip.pdf>> . Acesso em 11/06/2022.

ABIP – Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria. **Indicadores e tendências do mercado, 2018**. Disponível em: <<https://www.abip.org.br/site/wp-content/uploads/2018/03/INDICADORES-E-TENDENCIAS-DE-MERCADO.pdf>>. Acesso em 11/06/2022.

ABIP – Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria. O mercado da panificação e a pandemia. 2022. Disponível em <<https://www.abip.org.br/site/o-mercado-da-panificacao-e-a-pandemia/>> Acesso e 11/06/2022.

AGUILAR, N.; *et al.* Chestnut flour sourdough for gluten-free bread making. **European Food Research & Technology**, v. 242, n. 10, 2016.

ALCÂNTARA, R. G. **Avaliação da substituição parcial da farinha de trigo nas propriedades de pães do tipo francês**. 97f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Materiais) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2017.

ALENCAR, N. M. M. *et al.*, Addition of quinoa and amaranth flour in gluten-free breads: Temporal profile and instrumental analysis. **LWT – Food Science and Technology**. 2015.

ALI, A, *et al.* Yeast, its types and role in fermentation during bread making process-A review. **PAK. J. FOOD SCI.**, 22(3), 2012.

ALMEIDA, E. B. **Efeito da sova nas características e aceitabilidade do pão de forma**. 54f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2015.

ALTAMIRANO-FORTOUL, R.; ROSELL, C. M. Physico-chemical changes in breads from bake off technologies during storage. **LWT - Food Science and Technology**, v. 44, p. 631-636, 2011.

ANDRADE, A. A.; *et al.*, Avaliação sensorial de panificação enriquecidos com farinha

de feijão branco para pacientes celíacos. **Nutrir Gerais**, v.5, n. 8, 2011.

ANICETO, A. *et al.* Caracterização sensorial de pães integrais com grãos. *In: Anais do Simpósio Latino Americano de Ciências de Alimentos*, 2015, Campinas, Galoá, 2015.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Guia para determinação de prazos de validade de alimentos**. Guia N.16/2018. 2018.

ARES, G.; JAEGER, S. R. Check-all-that-apply (CATA) questions with consumers in practice: experimental considerations and impact on outcome. *in* DELARUE, J.; LAWLOR, J. B.; ROGEAUX, M. (ed) **Rapid Sensory Profiling Techniques Applications in New Product Development and Consumer Research**. Woodhead Publishing. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) – **NBR 12.806** - Análise sensorial dos alimentos e bebidas. 1983.

AZANI, B.; NAILURRAHMI, Z. Experimental Use of Natural Yeast (Sourdough) as a Replacement of Conventional Yeast in the Making of Artisan (Homemade) Bread. *In Proceedings of the 1st NHI Tourism Forum (NTF 2019)* - Enhancing Innovation in Gastronomic for Millennials, pages 51-55, 2019.

BAENZIGER, P.; *et al.* Winter and specialty wheat *in*: CARENA, M. (ed.). **Cereals**. Nova Iorque: Springer-Verlag, 2009.

BATTOCHIO, J. R., *et al.* Perfil Sensorial de Pão de forma integral. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** 2006.

BELITZ, H. D.; GROSCH, W.; SCHIEBERLE, P. **Food Chemistry**. 4ª ed. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009.

BENASSI, V. T.; WATANABE, E. **Fundamentos da tecnologia de panificação**. Rio de Janeiro: EMBRAPA – CTAA, 1997.

BHISE, S.; KAUR, A. Baking quality, sensory properties and shelf life of bread with polyols. **J Food Sci Technol.** 2014;

BIANCO, C. I. *et al.* Perfil sensorial e aceitabilidade de pão tipo bisnaguinha adquirido na cidade de araras-sp. **Rev. Bras. Biom.**, 2015.

BIRCH, A. N.; PETERSEN, M. A.; HANSEN, A. S. Aroma of Wheat Bread Crumb. **Cereal Chemistry**, v. 91, n. 2, p. 105-114, 2014.

BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O. **Química do processamento de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela, 2001.

BOUKID, F.; *et al.*, Bread staling: understanding the effects of transglutaminase and vital gluten supplementation on crumb moisture and texture using multivariate analysis. **European Food Research and Technology**. 2019.

BOURNE, M. C. **Food Texture and Viscosity Concept and Measurement**. 2ª ed.

Elsevier. 2002.

BRANDÃO, S.S.; LIRA, H de L. **Tecnologia de Panificação e Confeitaria**. Recife:EDUFRPE, 2011. 148 p.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RESOLUÇÃO – RDC Nº 90, de 18 de outubro de 2000. Aprova o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de pão. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 18 de outubro de 2000.

BRASIL, Instrução Normativa Nº 8 de 2005. Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade da farinha de trigo. **Diário Oficial da União**; Poder Executivo, 27 de junho de 2005 Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2005b.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RESOLUÇÃO - RDC Nº - 263, DE 22 DE SETEMBRO DE 2005. Aprova o regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 de setembro de 2005.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RESOLUÇÃO - RDC Nº - 711, DE 6 DE JULHO DE 2022. Dispõe sobre os requisitos sanitários dos amidos, biscoitos, cereais integrais, cereais processados, farelos, farinhas, farinhas integrais, massas alimentícias e pães. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 06 de julho de 2022.

BUEHLER.E. **Bread Science: the chemistry and craft of making bread**. Hillsborough: Two Blue Books. 2009.

BUENO, C. V. **Influência da fermentação natural e do uso da enzima asparaginase na redução dos níveis de acrilamida em pão francês**. 39F. Trabalho de conclusão de Curso (Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre. Porto Alegre. 2019.

CAPRILES, V. D.; ARÊAS, J. A. G. Avanços na produção de pães sem glúten: aspectos tecnológicos e nutricionais. **B. CEPPA**, v. 29, n.1, 2011.

CAPURSO, A.; CREPALDI, G.; CAPURSO, C. Cereals. *In*: CAPURSO, A.; CREPALDI, G.; CAPURSO, C. **Benefits of the Mediterranean Diet in the Elderly Patient**. Practical Issues in Geriatrics. Cham: Springer, 2018.

CAROCHO, M.; *et al.*, Comparison of different bread types: Chemical and physical parameters, **Food Chemistry**, Volume 310, 2020.

CARVALHO, M. S.; STRUCHINER, C. J. Análise de Correspondência: Uma Aplicação do Método à Avaliação de Serviços de Vacinação. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 1992.

CAUVAIN, S. **Technology of Breadmaking**. 3ª Ed. New York: Springer. 2015.

COSTA, L. F. X. *et al.* USO DE LEVEDURA COMERCIAL COMO ALTERNATIVA PARA REDUÇÃO DO TEMPO DE FERMENTAÇÃO DE PÃO SOURDOUGH. 7º **Simpósio de Segurança Alimentar - Inovação com sustentabilidade**, 2020.

COUTINHO, C. **Panificação artesanal com Gato Boulanger**. Vol 2. Publicação independente. 2021.

DA PAZ, M. F.; *et al.* Características tecnológicas de pães elaborados com farelo de arroz desengordurado. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 18, n. 2, 2015.

DAMODARAN S.; PARKIN, K. L; FENNEMA, O. R. **Química de alimentos de Fennema**. 4ª Ed. tradução Adriano Brandelli *et al.* Porto Alegre: Artmed. 2010.

DE AQUINO, V. C. **Estudo da estrutura de massas de pães elaboradas a partir de diferentes processos fermentativos**. 88f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

DIAS, T. A., *et al.*, Aplicação tecnológica de fermentação natural adicionada de kombucha em pães como modelo experimental. **Brazilian Journal of Development**. 2020.

DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. 5ªed. Curitiba: PUCPRESS, 2019. 531 p.

ESTELLER, M. S. **Modificações estruturais de produtos panificados por processos de tratamento térmico e bioquímico**. 170f. Tese (Doutorado em Tecnologia Bioquímica-farmacêutica) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

ESTELLER, M. S.; LANNES, S. C. da S. Parâmetros complementares para fixação de identidade e qualidade de produtos panificados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. 2005.

FERRAZ, R. F. **Influência de diferentes concentrações de células viáveis de *Lactobacillus plantarum* e *Saccharomyces cerevisiae* como culturas starters em pães sourdough**. 62f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

GUSMÃO, T. A. S. **Desenvolvimento de pão de forma sem glúten com farinha de arroz vermelho, enzima transglutaminase microbiana e prebiótico: avaliação tecnológica, sensorial e armazenabilidade**. 163f. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos) – Universidade Federal de Campina Grande, Pernambuco, 2017.

HEITMANN, M., ZANNINI, E., ARENDT, E. Impact of *Saccharomyces* metabolites produced during fermentation on bread quality parameters: A review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 2018.

HORSTMANN, S. W.; LYNCH, K. M.; ARENDT, E. K. Starch characteristics linked to gluten-free products. **Foods**. 2017.

HUTKINS, R. W. Bread Fermentation *in* HUTKINS, R. W. **Microbiology and technology of fermented foods**. Blackwell Publishing. 2006.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2017/2018**. Distribuição da despesa monetária e não monetária média mensal familiar com alimentação no domicílio, por Grandes Regiões, segundo os

grupos de produto, com indicação do número e tamanho médio das famílias - período 2017-2018.

INSTITUTO ADOLF LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4 ed., 1 ed. digital. São Paulo, 2008.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 6658** - Sensory analysis — Methodology — General guidance 2005.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 8589** - Sensory analysis — General guidance for the design of test rooms. 2007.

IZZREEN, M. N. N. Q.; PETERSEN, M. A.; HANSEN, A. S. Volatile Compounds in Crumb of Whole-Meal Wheat Bread Fermented with Different Yeast Levels and Fermentation Temperatures. **Cereal Chemistry**, v. 93, 2016.

JOHANN, V. C. **O padrão de qualidade do pão francês na visão dos consumidores do Rio Grande do Sul**. 52f. Trabalho de conclusão do curso (Engenheiro de Alimentos) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2018.

KAMIOKA, G. A.; STEDEFELDT, E.; DOMENE, S. M. A. Doença celíaca no município de São Paulo: a disponibilidade de um mercado específico. **Nutrire**, v.38, n.3, 2013.

KARKLE, E. N. L. **Opções de processos e ingredientes para melhorar o valor nutricional do pão**. SBAN, 2019. Disponível em <<http://www.sban.org.br/documentos-tecnicos-interno.aspx?post=11>>. Acesso em: 01/08/22

LARA, M. O. **O uso simultâneo de ácido ascórbico, goma xantana e hemicelulase em pães congelados de longa fermentação**. 29f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia de Alimentos). Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso, Cuiabá, 2016.

LARRETXI, I.; NAVARRO, V.; CHURRUCA, I. Celiac Disease and Gluten-Related Disorders. *In*: SIMÓN, E.; *et al.* **Nutritional and Analytical Approaches of Gluten-Free Diet in Celiac Disease**. Cham: Springer, 2017.

LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory Evaluation of Food, Principles e Practices**. 2ª Ed. New York: Springer.2010.

LOUREIRO, J. F. G. **Impacto da granulometria do farelo de arroz nas características tecnológicas e sensoriais de alimentos sem glúten**. 88f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Alimentar). Instituto Superior de Agronomia. Universidade de Lisboa. Lisboa, 2015.

MACHADO, A. P. O. **Novas tecnologias para obtenção de pães isentos de glúten à base de farinha de arroz e concentrado protéico de orizenina**. 129 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2016.

MARTINBIANCO, F., *et al.* Avaliação sensorial de pães de fermentação natural a partir de culturas starters inovadoras. **Ciência Rural**, v.43, 2013.

MELINI, F.; *et al.* Health-Promoting Components in Fermented Foods: An Up-to-Date Systematic Review. **Nutrients**. 2019.

MERGOUM, M. *et al.*, Spring Wheat Breeding. In: CARENA, M. (ed.). **Cereals**. Nova Iorque: Springer-Verlag, 2009.

MEYNEERS, M.; JAEGER, S. R.; ARES, G. On the analysis of Rate-all-that-apply (RATA) data. **Food Quality and Preference**. 2015.

MOSSMANN, D.L. **Elaboração de biscoito salgado sem glúten com fibras**. Porto Alegre, 2012. Monografia de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

MOURA, L. L. DE F. **Efeito da Substituição Parcial de Farinha de Trigo por Farinha de Trigo Espelta na Reologia da Massa e Qualidade Tecnológica do Pão**. 122 f. Dissertação (Qualidade e Segurança Alimentar) Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca – CEFET/RJ, Bragança, 2020.

NGEMAKWE, P. H. N.; ROES-HILL, M. L.; JIDEANI, V. A. Advances in gluten-free bread technology. **Food Science and Technology International**. 2014.

NIELSEN, S. S. **Food Analysis**. 5^o ed. Springer International Publishing, 2019.

NODARI, M. L. **Elaboração de um levain comercial a partir de leveduras obtidas de frutas orgânicas**. 61f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2014.

ONDERI, M. O. **Effects of xanthan gum and added protein on the physical properties of gluten-free pizza dough - a texture characterization study using instron model 3342**. 131f. Research Report (MS Food & Nutritional Sciences) - University of Wisconsin-Stout, EUA, 2013.

ORDÓNEZ PEREDA, J. A.; *et al.* **Tecnologia de alimentos: Componentes dos Alimentos e Processos**; tradução Fátima Murad. Porto Alegre: Artmed, 2005.

ORTOLAN, F. **Características proteicas que afetam a qualidade do glúten vital para aplicação em panificação**. 190f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2017.

PAGANI, M. A.; MARTI, A.; BOTTEGA, G. Wheat milling and flour quality evaluation in ZHOU, W. (ed). **Bakery Products Science and Technology**. 2^o ed. Reino Unido: Wiley Blackwell. 2014.

PESSANHA, M. D. F. **Propriedades reológicas da massa de pão francês adicionada de fibra alimentar e características sensoriais do produto após assamento**. 119f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

PIZZINATTO, A.; MAGNO, C.P.R.; CAMPAGNOLLI, D.M.F. **Avaliação tecnológica**

de produtos derivados da farinha de trigo (pão, macarrão, biscoitos).

Campinas: Centro de Tecnologia de Farinhas e Panificação, Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1993. 54 p.

PROLO, T.; *et al.* Aceitabilidade sensorial e composição físico-química de massa de lasanha sem glúten. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.8, n.2S, 2014.

RAI, S.; KAUR, A.; CHOPRA, C. S. Gluten-Free Products for Celiac Susceptible People. **Frontiers in Nutrition**, v. 5, 2018.

RÁNDEZ-GIL, F.; BALLESTER-TOMÁS, L.; PRIETO, J. A. Yeast *in* ZHOU, W. (ed). **Bakery Products Science and Technology**. 2º ed. Reino Unido: Wiley Blackwell. 2014.

REIS, N. L. do N. **Desenvolvimento de um mix para pão sem glúten: efeito do amido de arroz nativo e modificado nas propriedades reológicas e de textura**. 97f. Dissertação (Mestrado em Empreendedorismo e Inovação na Indústria Alimentar) – Instituto Politécnico de Viana do Castelo, Portugal, 2015.

SANLIER, N.; GOKCEN, B. B.; SEZGIN, A. C. Health benefits of fermented foods, **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 2017.

Schoenlechner, R., *et al.*, Optimisation of bread quality produced from wheat and proso millet (*Panicum miliaceum* L.) by adding emulsifiers, transglutaminase and xylanase. **LWT - Food Science and Technology**, 2013.

SILVA, B. da C.; *et al.* Elaboração de Cupcake de alfarroba isento de glúten. **Almanaque Multidisciplinar de pesquisa Universidade Unigranrio**, v.1, n.1, 2014.

SOUSA, F. G. **Efeito da adição de fermento natural na qualidade de pães**. 60f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Gastronomia) Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2017.

SOUSA, L. M. C. **Incorporação e otimização de aditivos alimentares e auxiliares tecnológicos em produtos de panificação**. 70f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Alimentar) – Universidade Católica Portuguesa, Porto, 2012.

STEFFOLANI, E.; *et al.* Effect of chia (*salvia hispanica* L) addition on the quality of gluten-free bread. **Journal of Food Quality**. 2014.

SUAS, M. **Panificação e viennoiserie: abordagem profissional**; tradução Beatriz Karan Guimarães. São Paulo: Cengage Learning, 2020.

TEREFE, N. S. **Food Fermentation**/n: Reference Module in Food Science, Elsevier, 2016.

TIKKANEN, I. Attributes and benefits of branded bread: case Artesaani. **British Food Journal**, v. 112, p.1033-1043, 2010.

TIRLONI, L. **Aplicação tecnológica de fermento natural "levain" em substituição ao processo tradicional de elaboração de pães**. Artigo (Curso técnico em

química) Centro Universitário Univates. Lajeado, 2017.

TRIDAPALLI, L. P. **Descrição sensorial de pães isentos de glúten**. 53f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia de alimentos) Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campos Mourão, 2021.

WALLY, A. P. do S. **Propriedades físico-químicas e nutricionais de farinhas mistas de trigo, arroz e soja para elaboração de pães**. 92f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) - Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul, 2007.

WATANABE, E. **Influência das proteínas formadoras do glúten na qualidade tecnológica da farinha de trigo para panificação**. 82f. Trabalho de conclusão de curso (Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2014.

WOLTER, A. *et al.*, Influence of dextran-producing *Weissella cibaria* on baking properties and sensory profile of gluten-free and wheat breads. **International Journal of Food Microbiology**, 2014.

YUE, Q.; *et al.* Effects of fermentation on the rheological characteristics of dough and the quality of steamed bread. **Journal of Food Processing and Preservation**. 2019.

ZARDO, F. **Avaliação da adição de fibra de bambu em pães sem glúten**. 57f. Trabalho de conclusão de curso (Tecnologia em Alimentos) – Instituto Federal do Rio Grande do Sul, Bento Gonçalves, 2017.

ZHOU, W.; THERDTHAI, N.; HUI, Y. H. Introduction to baking and bakery products *in* ZHOU, W. (ed). **Bakery Products Science and Technology**. 2º ed. Reino Unido: Wiley Blackwell. 2014.

APÊNDICE I – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PARTICIPAÇÃO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

Você/Sr./Sra. está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a), da pesquisa intitulada “DETERMINAÇÃO DA QUALIDADE TECNOLÓGICA E SENSORIAL DE PÃES PRODUZIDOS COM LONGA FERMENTAÇÃO”. Meu nome é Franciele Zardo, sou a pesquisadora responsável, tecnóloga de alimentos, aluna do mestrado profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos e minha área de atuação é Ciência e Tecnologia de Alimentos, estou sob orientação da Professora Dra. Bruna Klein Borges de Moraes. Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, se você aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está impresso em duas vias, sendo que uma delas é sua e a outra pertence ao pesquisador responsável. Esclareço que em caso de recusa na participação você não será penalizado(a) de forma alguma. Mas se aceitar participar, as dúvidas sobre a pesquisa poderão ser esclarecidas pelo pesquisador responsável, através do(s) seguinte(s) contato(s) telefônico(s): (55)997181159/ (55)33229536. Ao persistirem as dúvidas *sobre os seus direitos* como participante desta pesquisa, você também poderá fazer contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, através do telefone (51) 3318-5148 ou pelo e-mail: cep@uergs.edu.br.

1. Informações Importantes sobre a Pesquisa:

- 1.1 O projeto “Determinação da Qualidade Tecnológica e Sensorial de Pães Produzidos com Longa Fermentação” tem por objetivo determinar as características físico-químicas, sensoriais e a digestibilidade de pães fermentados em diferentes tempos, empregando fermento biológico comercial, traçando um perfil de qualidade para esses alimentos. Os objetivos específicos são caracterizar a farinha de trigo, avaliar diferentes tempos de fermentação e uma técnica de retardamento da fermentação na elaboração de uma formulação de pão, analisar as massas cruas das formulações durante a fermentação, averiguar os parâmetros de qualidade físico-química, reológica e tecnológica das formulações de pães, determinar a vida de prateleira dos pães, e caracterizar sensorialmente as formulações.
- 1.2 O projeto justifica-se pela obtenção de dados que auxiliem no entendimento de como alterações no processamento de pães podem contribuir com o crescimento e melhoria da indústria de panificação, uma vez que permite a exploração de outros nichos de mercado.
- 1.3 Para realizar essa pesquisa, você receberá um questionário socioeconômico e uma lista com algumas características de pão, que você poderá selecionar todas que você achar necessário. Em seguida, você receberá 5 amostras de pães identificadas com números aleatórios. Após prová-las, você responderá sobre o quanto você gostou ou não gostou da aparência, aroma, sabor, textura, cor e impressão global em uma escala hedônica de cada uma das amostras. O teste levará cerca de 30 minutos para ser respondido. Os dados da sua ficha serão transcritos e ficarão sob a responsabilidade da pesquisadora principal e serão guardados por um período de 5 anos, após, serão descartados.
- 1.4 A pesquisa envolve riscos para indivíduos com doença celíaca, alergia ao trigo e sensibilidade ao glúten não celíaca (risco moderado). Com o objetivo de minimizar estes riscos, no momento da seleção os participantes serão questionados quanto a possuírem alguma destas desordens ou ambas e informados que em caso de resposta afirmativa não poderão participar do estudo, já que o produto em análise possui glúten em sua formulação, o que pode desencadear sintomas da doença celíaca, da alergia ou da sensibilidade ao glúten. Ainda, há o risco de constrangimento (risco moderado)

caso um avaliador avalie uma amostra de forma diferente da maioria do grupo. Por isso, a análise sensorial será realizada de forma individual, com espaçamento seguro entre os avaliadores, sendo que os nomes dos participantes serão anotados somente para fins de registro e não serão compartilhados em nenhum momento, garantindo o anonimato do participante e de suas respostas. Quanto aos benefícios, a participação dos estudantes da Universidade, especialmente dos alunos do Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, na análise sensorial dos produtos traz como benefício a familiarização destes com as técnicas e procedimentos utilizadas na disciplina de análise sensorial de alimentos, a qual faz parte do currículo do curso. Já para professores e funcionários a participação no projeto não trará nenhum benefício direto.

- 1.5 O participante tem o direito ao ressarcimento de todos os gastos decorrentes da pesquisa e indenização caso haja algum dano (Itens VI e VII; art. 9; cap. III; res. 510/2016). Assim como, direito a assistência integral e imediata, de forma gratuita, pelo tempo que for necessário em caso de danos decorrentes da pesquisa.
- 1.6 Você poderá retirar seu consentimento em qualquer momento do estudo, cessando sua participação. Neste caso, qualquer informação sua não será utilizada, sem prejuízo para a pesquisa ou para você.
- 1.7 Os resultados deste estudo serão utilizados exclusivamente para fins acadêmicos, todas as respostas têm caráter anônimo e confidencial, cujo respondente não será identificado, conforme previsto nos artigos 7º e 11º da Lei Geral de Proteção de Dados.
- 1.8 Esta pesquisa não está sendo financiada por nenhuma empresa.
- 1.9 Você terá garantia expressa de liberdade para se recusar a participar ou retirar o seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma;
- 1.10 A pesquisa não envolverá o armazenamento em banco de dados, para investigações futuras. Os registros serão mantidos em sua forma física ou digital por um período de 5 anos, conforme previsto na Resolução 466/2012.
- 1.11 O pesquisador responsável declara que o projeto cumpre com todas as exigências estabelecidas nas Resoluções 466/2012 e 510/2016.

2. Consentimento da Participação da Pessoa como Sujeito da Pesquisa:

Eu,, abaixo assinado, concordo em participar do estudo intitulado “DETERMINAÇÃO DA QUALIDADE TECNOLÓGICA E SENSORIAL DE PÃES PRODUZIDOS COM LONGA FERMENTAÇÃO”. Informo ter mais de 18 anos de idade, e destaco que minha participação nesta pesquisa é de caráter voluntário. Fui, ainda, devidamente informado (a) e esclarecido(a), pela pesquisadora responsável Franciele Zardo sobre a pesquisa, os procedimentos e métodos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação no estudo. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade. Declaro, portanto, que concordo com a minha participação no projeto de pesquisa acima descrito.

Bento Gonçalves,..... de de 2022.

Assinatura do(a) participante

Assinatura do(a) pesquisador(a) responsável

Assinatura do(a) aluno(a) responsável

APÊNDICE II – QUESTIONÁRIO SÓCIOECONÔMICO PARA APLICAÇÃO DA ANÁLISE SENSORIAL

Questionário Socioeconômico

Para a efetivação desse estudo, gostaríamos que respondesse às seguintes perguntas em relação ao seu perfil socioeconômico. Sinta-se à vontade para responder de forma sincera, lembrando que a sua resposta é anônima e que as informações coletadas serão utilizadas estritamente para esta pesquisa.

1. Sexo: () Feminino () Masculino () Prefiro não responder
2. Idade: _____
3. Qual sua escolaridade?
() Ensino Fundamental incompleto () Ensino Fundamental Completo
() Ensino Médio Completo () Ensino Médio em andamento
() Ensino Superior Em andamento () Ensino Superior Completo
4. Qual a sua renda familiar? (incluindo pessoas que convivem no mesmo domicílio e que contribuem de alguma forma para a renda):
() Menos de R\$ 1.100,00 () Entre R\$1.100,00 e R\$3.300,00
() Entre R\$3.300,00 e R\$6.600,00 () Entre R\$6.600,00 e R\$8.800,00
() Entre R\$8.800,00 e R\$11000,00 () Mais que R\$11.000,00
5. Qual é a frequência de consumo de produtos panificados?
() Todos os dias ou quase todos os dias
() Várias vezes na semana, mas não todos os dias
() Uma vez por semana
() Várias vezes por mês, mas não todas as semanas
() Uma vez ao mês
() Várias vezes ao ano, mas não todos os meses
() Uma ou duas vezes ao ano
() Menos de uma vez ao ano ou nunca

APÊNDICE III – FICHA PARA APLICAÇÃO DA ANÁLISE SENSORIAL

Teste CATA - anônimo

Você está recebendo 1 amostra de pão. Por favor, avalie cuidadosamente a amostra, marque quantos atributos você julgar necessário e que caracterizam a amostra que você está avaliando.

Código da amostra: _____

- | | | |
|---|--|---|
| <input type="checkbox"/> Textura seca:
<input type="checkbox"/> Gruda no céu da boca:
<input type="checkbox"/> Abatumado:
<input type="checkbox"/> Miolo com furos pequenos:
<input type="checkbox"/> Sabor salgado:
<input type="checkbox"/> Sabor característico de pão:
<input type="checkbox"/> Miolo normal de | pão:
<input type="checkbox"/> Amargo residual:
<input type="checkbox"/> Aroma característico de pão:
<input type="checkbox"/> Miolo com furos grandes:
<input type="checkbox"/> Aroma de fermento:

<input type="checkbox"/> Casca macia:
<input type="checkbox"/> Sabor de fermento:
<input type="checkbox"/> Sabor de vinagre: | <input type="checkbox"/> Sabor frutado:
<input type="checkbox"/> Sabor amargo:
<input type="checkbox"/> Textura macia:
<input type="checkbox"/> Textura úmida:
<input type="checkbox"/> Aroma adocicado:
<input type="checkbox"/> Aroma de pão torrado:
<input type="checkbox"/> Sabor azedo:
<input type="checkbox"/> Casca crocante:
<input type="checkbox"/> Casca dura: |
|---|--|---|

Avaliação sensorial e intenção de compra - Anônimo

Por favor, agora avalie cuidadosamente os atributos listados para a amostra codificada e dê uma nota usando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou do produto.

- | | |
|------------------------------|------------------------|
| 1. Desgostei muitíssimo | 6. Gostei ligeiramente |
| 2. Desgostei muito | 7. Gostei regularmente |
| 3. Desgostei regularmente | 8. Gostei muito |
| 4. Desgostei ligeiramente | 9. Gostei muitíssimo |
| 5. Nem gostei, nem desgostei | |

Atributos	Valor
Impressão global	
Aparência	
Cor	
Textura	
Aroma	
Sabor	

Por favor, agora indique sua opinião com base na escala abaixo. Se você encontrasse este produto à venda, você:

- 5 Certamente compraria
- 4 Possivelmente compraria
- 3 Talvez comprasse / Talvez não comprasse
- 2 Possivelmente não compraria
- 1 Certamente não compraria

Código da amostra	Valor

Comentários: _____