

Universidade Federal de Ouro Preto

Escola de Nutrição

Programa de Pós-Graduação em Saúde e Nutrição

PPGSN

Dissertação

**ELABORAÇÃO E
AVALIAÇÃO DE PÃES DE
LEITE DE FERMENTAÇÃO
NATURAL E COMERCIAL.**

JANAÍNA GOMES DOS SANTOS

Ouro Preto

2021



UFOP

JANAÍNA GOMES DOS SANTOS

**ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DE PÃES DE LEITE DE FERMENTAÇÃO
NATURAL E COMERCIAL**

Dissertação apresentada ao Curso Pós-Graduação em Saúde e Nutrição, da Universidade Federal de Ouro Preto, como requisito para a obtenção do título de mestre em Saúde e Nutrição.

Linha de pesquisa: Bioquímica e Fisiopatologia da Nutrição

Orientadora: Profa. Patrícia Aparecida Pimenta Pereira

Co-orientadora: Profa. Silvia Mendonça Vieira

OURO PRETO – MINAS GERAIS

AGOSTO/2021

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

S237e Santos, Janaína Gomes Dos.
Elaboração e avaliação de pães de leite de fermentação natural e comercial. [manuscrito] / Janaína Gomes Dos Santos. - 2021.
150 f.: il., tab..

Orientadora: Profa. Dra. Patrícia Aparecida Pimenta Pereira.
Coorientadora: Profa. Dra. Sílvia Mendonça Vieira.
Dissertação (Mestrado Acadêmico). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Nutrição. Programa de Pós-Graduação em Saúde e Nutrição.

Área de Concentração: Saúde e Nutrição.

1. Panificação. 2. Testes microbiológicos. 3. Fermentação. I. Pereira, Patrícia Aparecida Pimenta. II. Vieira, Sílvia Mendonça. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU 613.2

Bibliotecário(a) Responsável: Sônia Marcelino - CRB6/2247



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
REITORIA
ESCOLA DE NUTRICAÇÃO
COORDENAÇÃO DO PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO
EM SAÚDE E NUTRICAÇÃO



FOLHA DE APROVAÇÃO

Janaína Gomes dos Santos

Elaboração e avaliação de pães de leite de fermentação natural e comercial

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde e Nutrição da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 30 de agosto de 2021.

Membros da banca

Dra. Patrícia Aparecida Pimenta Pereira - Orientadora (Universidade Federal de Ouro Preto)
Dra. Sílvia Mendonça Vieira - Coorientadora (Universidade Federal de Ouro Preto)
Dr. Márcio Schmiele (Universidade Federal do Vale do Jequitinhonha e Mucuri)
Dra. Luciana Rodrigues da Cunha (Universidade Federal de Ouro Preto)

Patrícia Aparecida Pimenta Pereira, orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito no Repositório Institucional da UFOP em 25 de fevereiro de 2022.



Documento assinado eletronicamente por **Patrícia Aparecida Pimenta Pereira, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 02/03/2022, às 14:14, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0286289** e o código CRC **8C4DFE5F**.

Dedico a todos os profissionais que se empenham em ofertar alimentos seguros e saudáveis para a humanidade.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida e do amor.

Aos meus pais, Irene Alves França (*in memoriam*) e Livercino Gomes dos Santos (*in memoriam*) por terem deixado como herança a paixão pelo conhecimento. Aos meus irmãos Simone, Adriana e Livercino Jr e sobrinhos Horrana, Mayara, Matheus e Valentina, pelo apoio e amor incondicional.

À Dani, minha amiga-irmã, agradeço por ser meu porto seguro nesse caminho e ao seu marido Plácido, pelo suporte.

À Dn Marta, Samara, Barbará, Lavínia, Luciana, Paulo, Ticiania, colegas de sala, Chico, Hillary e Deise, pelas amizades, tornando meu caminho mais claro e alegre.

Às ex-alunas da extinta república Faz de Conta, pelas conversas, risadas e lembranças boas do meu passado que me fortaleceram no presente.

À minha orientadora Professora Patrícia, pela paciência, ensinamentos, incentivos e orientação, sendo protagonista na realização do meu sonho. À minha coorientadora, Profª Silvia, por compartilhar seus conhecimentos. A Professora Luciana e Professora Tereza, pela disposição, atenção e auxílio.

Aos técnicos Raphael, Michele, Reginaldo, Isadora e Iara, por proporcionarem um ambiente favorável para minha pesquisa, sendo meu apoio imediato, auxiliando-me nas atividades laboratoriais, ajudaram-me a olhar pelo melhor caminho. Grata pela compreensão do meu jeito atrapalhado.

Aos alunos do curso Ciência e Tecnologia de Alimentos: Poliana, Flávio, Paloma, Rodrigo, pelo auxílio na pesquisa. À Ana e Hellen por me auxiliarem na compreensão e prática do laboratório.

A toda equipe da Escola de Nutrição por tornar realidade o curso de Pós-Graduação Saúde e Nutrição.

À equipe do Colegiado e PROPP que luta em garantir melhorias para ensino da pós-graduação.

Agradeço ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) pelo financiamento, essencial para a possibilidade da realização desta pesquisa.

Às padarias Argos e Pão Santo por terem me fornecido farinha de trigo de boa qualidade.

“Como o pão alimenta o estômago,
assim o estudo alimenta a mente.”

Werner Somba.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	30
Figura 2	31
Figura 3.....	32
Figura 4.....	52
Figura 5A.....	101
Figura 5B	102
Figura 6A.....	104
Figura 6B.....	105

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classificação da qualidade do grão segundo o teor de proteína	31
Tabela 2: Formulações dos fermentos naturais	44
Tabela 3: Formulação do pão de leite com fermentação comercial	51
Tabela 4: Formulação do pão de leite com fermentação natural.....	51
Tabela 5: Tratamentos dos pães de leite elaborados com diferentes fermentos naturais e comercial	53
Tabela 6: Caracterização sociodemográfica dos participantes da pesquisa.	63
Tabela 7: Caracterização do hábito alimentar e consumo de pães dos participantes da pesquisa	65
Tabela 8: Consumo de pães de leite de fermentação comercial dos participantes da pesquisa	67
Tabela 9: Consumo de pães de fermentação natural dos participantes da pesquisa.....	69
Tabela 10: Possibilidade de consumo de pães de leite com fermentação natural	70
Tabela 11: Emoções associadas com consumo de pães de leite com fermentação comercial e natural.....	72
Tabela 12: Valores médios das contagens de leveduras, de bactérias cultivadas em condições de anaerobiose e de bactérias cultivadas em condições de aerobiose nos fermentos naturais e comercial.	74
Tabela 13: Valores médios de pH, compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante dos fermentos naturais e comercial	77
Tabela 14: Valores médias da avaliação da capacidade fermentativa dos fermentos naturais a 25 °C, 30 °C e 35 °C.	81
Tabela 15: Valores médios dos parâmetros físicos das diferentes formulações de pães de leite.	83
Tabela 16: Valores médios das características físicas das imagens das fatias dos pães elaborados com os fermentos naturais e comercial.	85
Tabela 17: Valores médios da composição proximal dos pães de leite elaborados com os fermentos naturais e comercial.....	87
Tabela 18: Valores médios das contagens (log UFC/g) de fungos filamentosos e leveduras nos pães de leite em função do tempo de armazenamento e tipos de fermentos.....	89
Tabela 19: Valores médios de volume específico e densidade aparente dos pães de leite elaborados com os fermentos naturais e comercial durante o armazenamento.....	91

Tabela 20: Resultados médios dos parâmetros de cor da crosta dos pães de leite elaborados com os fermentos naturais e comercial durante o armazenamento.....	93
Tabela 21: Valores médios dos parâmetros de cor do miolo dos pães de leite elaborados com os fermentos naturais e comercial durante o armazenamento.	95
Tabela 22: Valores médios de pH, acidez e umidade dos pães de leite elaborados com os fermentos naturais e comercial durante o armazenamento	97
Tabela 23: Valores médios dos atributos sensoriais e intenção de compra dos pães de leite elaborados com os fermentos naturais e comercial durante de armazenamento	99

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	OBJETIVOS.....	20
2.1	Objetivo geral:.....	20
2.2	Objetivos específicos:.....	20
3	JUSTIFICATIVA.....	21
4	REFERENCIAL TEÓRICO	23
4.1	Panificação	23
4.2	Pães	24
4.3	Fermento biológico	25
4.3.1	Fermentação natural.....	26
4.3.2	Fermento comercial	28
4.4	Ingredientes utilizados na elaboração de pães de massa doce	29
4.4.1	Farinha de trigo	29
4.4.2	Líquidos (água e/ou leite).....	33
4.4.3	Cloreto de sódio	33
4.4.4	Óleos e Gorduras.....	34
4.4.5	Açúcar.....	35
4.4.6	Ovos.....	35
4.5	Alterações microbiológicas, físicas, físico-químicas e sensoriais dos pães ao longo tempo de armazenamento	36
4.5.1	Microbiológicas	36
4.5.2	Físicas	37
4.5.3	Físico-químicas	39
4.5.4	Sensoriais.....	40
5	MATERIAIS E MÉTODOS	42
5.1	PRIMEIRA ETAPA: Perfil do consumidor de pães de leite com e sem fermentação natural.....	42
5.1.1	Avaliação dos resultados.....	43
5.2	SEGUNDA ETAPA: Avaliação do efeito dos substratos e dos tipos de farinhas de trigo nas características microbiológicas, nos valores de pH, nos teores de compostos fenólicos totais, na capacidade antioxidante, e na capacidade fermentativa de fermentos naturais e comercial.....	43
5.2.1	Materiais	43
5.2.2	Elaboração dos fermentos naturais	43

5.2.3	Avaliação microbiológica dos fermentos naturais e comercial.....	45
5.2.4	Avaliação do potencial hidrogeniônico (pH) dos fermentos naturais e comercial	46
5.2.5	Avaliação dos compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante dos fermentos naturais e comercial	46
5.2.6	Capacidade fermentativa dos fermentos naturais.....	49
5.2.7	Delineamento experimental e avaliação dos resultados	50
5.3	TERCEIRA ETAPA: Efeito dos fermentos naturais e comercial nas características físicas e na composição proximal de pães de leite após o assamento	50
5.3.1	Ingredientes	50
5.3.2	Processo de elaboração dos pães de leite com fermentos naturais e comercial	50
5.3.3	Delineamento experimental	53
5.3.4	Avaliação física dos pães de leite elaborados com diferentes fermentos naturais e comercial	54
5.3.5	Avaliação dos resultados.....	56
5.4	QUARTA ETAPA: Efeito dos fermentos naturais e comercial nas características microbiológicas, físicas, físico-químicas e sensoriais dos pães de leite durante o armazenamento	56
5.4.1	Elaboração dos pães de leite e delineamento experimental	56
5.4.2	Avaliação microbiológica dos pães de leite elaborados com os fermentos naturais e comercial durante o armazenamento	56
5.4.3	Avaliações físicas dos pães de leite elaborados com diferentes fermentos durante o armazenamento	57
5.4.4	Avaliação sensorial dos pães de leite elaborados com diferentes fermentos durante o armazenamento	59
5.4.5	Avaliação dos resultados.....	61
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	62
6.1	PRIMEIRA ETAPA: Perfil do consumidor de pães de leite com e sem fermentação natural	62
6.1.1	Características sociodemográficas dos participantes da pesquisa	62
6.1.2	Hábito alimentar e consumo de pães	64
6.1.3	Consumo de pães de leite com fermentação comercial.....	66
6.1.4	Consumo de pães com fermentação natural	68
6.2	SEGUNDA ETAPA: Avaliação do efeito de substratos e tipos de farinha de trigo sobre características microbiológicas, valores de pH, teores de compostos fenólicos totais, capacidade antioxidante e capacidade fermentativa de fermento natural e seco.	74
6.2.1	Avaliação microbiológica dos fermentos naturais e comercial.....	74
6.2.2	Avaliação do pH, dos teores de compostos fenólicos totais e da capacidade antioxidante de fermentos naturais e comercial	76

6.2.3	Avaliação da capacidade fermentativa dos fermentos naturais em diferentes temperaturas.....	80
6.3	TERCEIRA ETAPA: Efeito dos fermentos naturais e comercial nas características físicas e na composição proximal de pães de leite após o assamento	83
6.3.1	Características físicas dos pães de leite elaborados com os diferentes fermentos naturais e comercial	83
6.3.2	Composição proximal dos pães de leite elaborada com diferentes fermentos naturais e comercial.	87
6.4	QUARTA ETAPA: Efeitos dos fermentos naturais e comercial nas características microbiológicas, físicas, físico-químicas e sensoriais dos pães de leite durante o armazenamento	88
6.4.1	Características microbiológicas dos pães de leite elaborados com os fermentos naturais e comercial durante o armazenamento.....	88
6.4.2	Características físicas dos pães de leite elaborados com diferentes fermentos durante o armazenamento	90
6.4.3	Características físico-químicas dos pães de leite elaborados com diferentes fermentos durante o armazenamento.....	92
6.4.4	Características sensoriais dos pães de leite elaborados com diferentes fermentos durante o armazenamento.....	98
7	CONCLUSÃO	107
8	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	109

RESUMO

A fermentação natural é um processo que está em expansão nos dias atuais, sendo relacionado a alimentação saudável. Todavia, esses fermentos produzem metabólitos que podem provocar alterações microbiológicas, físicas, físico-químicas e sensoriais. Os pães possuem vida útil curta, sendo que esses metabólitos podem influenciar na manutenção do frescor e qualidade dos pães. Desta forma, o objetivo deste estudo foi elaborar e avaliar fermentos naturais e estudar os efeitos destes em pães de leite comparando-os o fermento comercial. Para isso, o estudo foi realizado em quatro etapas: 1ª etapa: produção do fermento natural com as farinhas integral, branca, combinando cada uma ou com mosto de cerveja ou suco de abacaxi ou iogurte natural, sendo avaliados junto com o fermento comercial quanto aos aspectos microbiológicos (contagem de leveduras e bactérias em condições anaeróbicas e em condições aeróbicas), físico-químicas (pH, compostos fenólicos e capacidade antioxidante (métodos β -caroteno/ácido linoleico, ABTS•+ e DPPH)) e capacidade fermentativa (somente dos fermentos naturais); 2ª etapa: pesquisa de mercado; 3ª etapa: produção dos pães de leite com os fermentos naturais e fermento comercial para análise no tempo inicial quanto aos aspectos físicos (salto de forno, formato dos pães, espessura da crosta, coeficiente de expansão, imagem dos alvéolos), e físico-químicos (composição proximal); 4ª etapa: análises dos pães ao longo do tempo de armazenamento avaliando quanto aos aspectos microbiológicos (contagem de fungos filamentosos e leveduras), físicos (volume específico e densidade aparente), físico-químicos (pH, acidez, umidade e colorimétricas) e avaliação sensorial (testes afetivos e descritivos). Os resultados demonstraram que a farinha de trigo integral influenciou na microbiota dos fermentos, assim aumentando a acidez, além de que o fermento com mosto de cerveja obteve maior fator de proteção antioxidante, na capacidade fermentativa alguns fermentos apresentaram melhor estabilidade ao aumentar a temperatura. A pesquisa de mercado verificou que os pães de leite de fermentação natural terão boa aceitação no mercado. Nas análises dos pães, a acidez foi fator preponderante para os resultados das características físicas, físico-químicas e microbiológicas, sendo que os pães de fermentação natural com maior valor de acidez obtiveram maior prazo de validade. Além disso, todos os pães elaborados foram aceitos pelos consumidores.

Palavras-chave: caracterização, microbiológica, fermentação.

ABSTRACT

Sourdough starter is a process that is growing up nowadays, being related to healthy food, sourdough produce metabolites that can occur microbiological, physical, physicochemical and sensory changes. Breads have a short staling, these metabolites can influence the maintenance of freshness and quality of these breads. So the aim of this study was to develop and evaluate natural sourdough starter and breads with these sourdough and bakery's yeast. The analyzes were carried out in four stages - 1st stage: production of sourdough starter with whole and white flours, combining each with either beer wort or pineapple juice or natural yogurt, evaluated together with bakery's yeast for microbiological aspects (yeast and bacterial counts), physicochemical (pH, phenolic compounds and antioxidant activity by β -carotene/linoleic acid, ABTS^{•+} and DPPH.), fermentation capacity; 2nd stage: consumer profile; 3rd stage production of breads with sourdough starter and bakery's yeast for analysis at the initial time regarding physical aspects (over spring, bread shape, crustal thickness, coefficient of expansion, crumb porous), physical-chemical (proximal composition). 4th step: analysis of the breads staling, evaluating the microbiological aspects (count of fungi and yeasts) to ensure a product suitable for consumption, physical (specific volume, density), physical-chemical (pH, acidity, moisture and colorimetric) finally, the sensory evaluation checking the sensorial attributes along staling, thus determining the shelf life during the 10 days of storage at 25°C. The experimental design consisted of a complex factorial of 7 (treatments) x 6 (analysis times). The results showed that whole wheat flour influenced the microbiota of the sourdough, thus increasing the acidity, in addition to the fact that the sourdough with wort beer had a higher antioxidant protection factor, in the fermentative capacity some sourdough showed better stability when increasing the temperature. In the consumer profile was verified that the natural fermentation milk breads will have good market acceptance. In the analysis of the breads, the acidity was a preponderant factor for the results of the physical, physicochemical and microbiological characteristics, and the breads from natural fermentation with the highest acidity value had a longer shelf life. In addition, all the breads made were accepted by consumers.

Keywords: sourdough, milk bread, physical-chemical, physical.

2 INTRODUÇÃO

O pão é um alimento milenar e existem relatos de sua elaboração que datam de ao menos 8 mil anos a.C. na região da Mesopotâmia (MONDAL e DATTA, 2008; GELLYNCK *et al.*, 2009; BONI *et al.*, 2019). Esse alimento possuiu e possui um papel de protagonismo na cultura alimentar do homem nos variados tempos e espaços da história da humanidade (SEBRAE, 2017).

Quanto ao Brasil, ainda que houvesse elaboração de broas, pães e afins desde dos primórdios da colonização, a partir século XIX pode-se observar uma aumento nesta produção, principalmente com a chegada da família Real portuguesa que desencadeou uma imigração em massa dos europeus para o Brasil. A partir desse momento, esta categoria de alimento ganhou bastante espaço na mesa dos brasileiros, pois antes a maior fonte de carboidrato desta população provinha da mandioca e do milho, fossem *in natura* ou derivados (RAMOS, 2006; FREIRE, 2011).

Com este crescimento no consumo dos pães, houve um fortalecimento do comércio das padarias brasileiras, é importante ressaltar que as mesmas também foram o principal vetor de disseminação da cultura do pão e ainda guardam um lugar de destaque neste meio (ITPC, 2018).

Segundo a análise empreendida pelo SEBRAE/2020, computou-se 206537 empresas de panificados espalhadas pelo Brasil, das quais 54% foram consideradas indústria da panificação e 46% comércio. Vale enfatizar que as transformações deste universo são relativamente frequente, pois o ramo alimentício é desafiado por novas tendências que são, em geral, criadas pelo mercado consumidor, seja em relação a melhoria do produto, seja em relação a uma nova moda degustativa. Atualmente, algumas dessas tendências incluem produtos de baixo índice glicêmico, rico em fibras, alimentos funcionais, além de algumas outras formas de produções mais artesanais, tal qual a fermentação natural (ABIP, 2014).

O fermento natural contém bactérias lácticas e leveduras, desenvolvidas por fermentação espontânea ou iniciada por meio da adição de cultura *starter* (VUYST e NEYSENS, 2005; CORSETTI e SETTANNI, 2007; VUYST e VANCANNEYT, 2007).

As bactérias lácticas produzem ácidos lácticos, esses ácidos são importantes para melhorar os aspectos nutricionais, como por exemplo a ativação de enzimas que hidrolisam as proteínas, liberando peptídeos e aminoácidos livres (MONTEMURRO *et al.*, 2019). Além dessa hidrólise de proteínas, esses micro-organismos também são responsáveis pelo gosto ácido e pela liberação de compostos aromáticos, e em menor quantidade, liberar de gás carbônico (CAUVAIN e YOUNG, 2009).

Os fermentos podem ser elaborados com diversos substratos, tais como suco de frutas e iogurtes, por fornecerem variedade microbiológica e glicose. Assim, cada substrato emoldura o meio para crescimento de diferentes espécies de microrganismos fermentadores, conferindo aromas e sabores diferenciados aos pães (GORDÚN *et al.*, 2015). Os substratos também podem ser fonte de açúcares de fácil fermentação e assim ocasionar alteração do pH do meio, modificando as características do produto final (APLEVICZ, 2013).

O tipo de farinha utilizada também fornece variedade de micro-organismos ao fermento natural proporcionando ao alimento aroma e sabor diferenciados (HANSEN e HANSEN, 1994).

Um dos benefícios do fermento natural é a sua capacidade de reduzir o envelhecimento do pão, através da redução do pH por meio da produção de ácidos orgânicos, retardando deterioração por bactérias e fungos (DE VALDEZ *et al.*, 2010; SHUMOY *et al.*, 2018; ABEDFAR, HOSSEININEZHAD e CORSETTI, 2019).

O fermento natural também apresenta benefícios nutricionais, tal como a produção de amido resistente que reduz a resposta glicêmica no organismo (SHUMOY *et al.*, 2018), redução de sensibilidade ao glúten (ANGELIS *et al.*, 2005) e o aumento da biodisponibilidade de proteínas (MONTEMURRO *et al.*, 2019). Além disso, aumenta a biodisponibilidade dos compostos fenólicos (ANGELINO *et al.*, 2017).

Com base nesse contexto de fermentação natural com diversidade microbiológica através da utilização de diferentes substratos, o objetivo desta pesquisa foi analisar os fermentos naturais e o fermento comercial, suas características microbiológicas, físico-químicas e físicas. Em seguida, realizou-se a caracterização e aceitação comercial dos pães de leite com e sem fermentação natural. Assim, produziu-se esse pão com os

fermentos naturais e o fermento comercial, analisando as características microbiológicas, físicas, físico-químicas e sensoriais no início e ao longo do tempo de armazenamento.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral:

Elaborar e avaliar fermentos naturais com diferentes substratos e compará-los em relação aos fermentos comerciais. Além de produzir e avaliar pães de leite elaborados com esses fermentos.

3.2 Objetivos específicos:

- Elaborar fermentos naturais utilizando diferentes substratos (iogurte natural, suco de abacaxi e mosto de cerveja) e farinhas de trigo (branca e integral);
- Avaliar as características físico-químicas dos fermentos (pH, compostos fenólicos, capacidade antioxidante);
- Avaliar a capacidade fermentativa dos fermentos naturais produzidos, com o objetivo de verificar a velocidade de crescimento;
- Quantificar as leveduras e as bactérias em condições de anaerobiose e em condições de aerobiose nos fermentos elaborados e no fermento comercial;
- Elaborar pães de leite de fermentação comercial;
- Elaborar pães de leite de fermentação natural utilizando diferentes substratos;
- Avaliar as características físicas: formato dos pães de leite, coeficiente de expansão, espessura da crosta e imagem dos alvéolos no tempo inicial do pão;
- Avaliar as características físicas e bioquímicas dos pães elaborados por meio do salto de forno;
- Avaliar a composição proximal dos pães de leite elaborados;
- Conhecer o perfil do consumidor de pães de leite com e sem fermentação natural;

- Avaliar as características físicas (volume específico e densidade aparente) dos pães de leite ao longo do tempo de armazenamento;
- Analisar as alterações físico-químicas (cor, umidade, pH e acidez) dos pães de leite ao longo do tempo de armazenamento;
- Avaliar as alterações microbiológicas dos pães de leite ao longo do tempo de armazenamento;
- Estudar o perfil sensorial dos pães de leite elaborados, analisando a aceitabilidade e intenção de compra ao longo do tempo de armazenamento.

4 JUSTIFICATIVA

O pão é um alimento amplamente consumido pela população brasileira, sendo comum encontrar uma diversidade de tipos de pães nas padarias, em especial o pão francês. Este pão é bastante conhecido, por todo território é constantemente objeto de estudo, portanto é possível encontrar grande número de trabalhos científicos. Porém, o pão de leite ou pão de massa doce conquistam o segundo lugar em vendas, com menos estudos.

Na literatura, são escassos os estudos sobre fermentação natural com diferentes substratos em pães de leite, logo o estudo será de grande relevância, uma vez que:

- O mercado cada vez mais exigente que busca por produtos novos e diferenciados;
- Delinear as preferências dos consumidores quanto aos pães de leite com e sem fermentação natural, uma importante ferramenta para o crescimento das empresas do ramo da panificação;
- Estudar a diversidade da microbiota do fermento promovida pela utilização de diferentes substratos (iogurte natural, suco de abacaxi e mosto de cerveja) e farinhas de trigo (branca e integral), assim compreendendo os comportamentos de produção dos metabólitos, verificando a capacidade de produção de compostos fenólicos e capacidade antioxidante;

- Ao conhecer a microbiota dos fermentos e seus metabólitos, melhora a compreensão das influências nos resultados físicos, físico-químicas, microbiológicas e sensoriais dos pães;
- Ampliará os estudos realizados com fermentação natural em um pão típico do Brasil;
- Conhecer as alterações físicas, físico-químicas, microbiológicas e sensoriais dos pães elaborados será de grande valor para determinar a vida útil desses pães e assim proporcionar produtos de qualidade ao consumidor.

5 REFERENCIAL TEÓRICO

5.1 Panificação

A história do pão é dos tempos remotos da região da Mesopotâmia, no período de 8 mil anos a.C. quando se iniciou a moagem de grãos de cereais para a produção dos primeiros pães da humanidade (MONDAL e DATTA, 2008; GELLYNCK *et al.*, 2009; BONI *et al.*, 2019). No período de 1500 anos a.C. os egípcios registraram a importância do pão nas paredes, nesse período já com pães de massa fermentada (CORSETTI e SETTANNI, 2007).

A alimentação a base de pães possui grande representatividade na história da humanidade, como, por exemplo, em Roma com a política do “*pão e circo*”, distribuindo pães à população faminta para conter as críticas ao governo (VEYNE, 1990; REINHARDT, 2000). Outro exemplo, na França, no século XVIII, com a eclosão da Revolução Francesa sendo uma das causas pela falta de trigo para a produção dos pães (REINHARDT, 2000).

Esse alimento foi objeto de estudos, em 1859, quando Louis Pasteur estudou o processo de fermentação dos pães, descobrindo que a produção do gás dióxido de carbono promovia a expansão da massa, o que permitiu desenvolver as leveduras comerciais ou fermentos comerciais utilizados, sendo mais potentes para a panificação (CASTRO e MARCELINO, 2012).

No Brasil, a história da panificação iniciou-se com os primeiros portugueses que chegaram no país. Esses imigrantes tiveram dificuldade em disseminar a cultura do pão devido à complexidade do cultivo do trigo em climas brasileiros (DUTRA, 2012). Somente no século XIX, com a imigração em massa dos europeus, houve um aumento da produção dos panificados, tornando-se um dos principais alimentos da população (RAMOS, 2006; FREIRE, 2011).

Nos tempos atuais o mercado dos panificados tem uma quantidade expressiva de empresas, chegando em 2020 com um total de 206.537 empresas espalhadas pelo Brasil, sendo que 54% como indústria da panificação e 46% são comércio direto com a

população, como as padarias (SEBRAE, 2020). O setor de panificação é o segundo mais procurado para compras de alimentos por possuir uma ampla variedade de produtos, dentre eles: pães, roscas, biscoitos, bolachas, doces, pizzas, bolos e tortas (ABIP, 2014; SEBRAE, 2017).

Apesar dessa representatividade no mercado, as padarias sofreram decréscimo financeiro, o que pode ser observado pela comparação do crescimento do faturamento bruto que em 2007 era de 13,30%, atingindo 2,65% em 2019 (ABIP, 2019). Em 2020, tendo piorado com a pandemia, pois não houve crescimento e sim queda de 3,3% (ABIP, 2020).

O setor de panificados no Brasil é expressivo, sendo que as pesquisas de mercados possibilitaram melhor compreensão da dinâmica do setor, facilitando a disseminação de informações que podem auxiliar em melhorias de competitividade para as empresas (REIS, 2015). Verificou-se que atualmente algumas mudanças estão ocorrendo, visando melhorar a competitividade do setor, como a busca por novos produtos, como por exemplo os produtos de baixo índice glicêmico, ricos em fibras, alimentos funcionais, além de elaborar produtos de forma mais artesanal com a utilização de fermentos naturais (ABIP, 2019).

Os pães de fermentação natural são conhecidos desde o ano de 2800 anos a.C, no entanto a vida moderna trouxe os alimentos processados o que deixou o processo de fermentação natural esquecidos, mas nos últimos anos houve uma crescente demanda por pães com esta fermentação nas padarias brasileiras (ABIP, 2019), uma vez que a população está em busca de uma alimentação mais saudável, auxiliando no crescimento do consumo deste tipo de produto (SILVA e FRÍSCIO, 2021).

5.2 Pães

No Brasil, a Resolução da Vigilância Sanitária de nº 263 de 22 de setembro de 2005, que aprova o regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos, define pães como:

“Produtos obtidos da farinha de trigo e/ou outras farinhas, adicionados de líquido, resultantes do processo de fermentação e cocção, podendo conter outros ingredientes, desde que não descaracterizem os produtos. Podem apresentar cobertura, recheio, formato e textura diversos.” (BRASIL, 2005).

Na cultura brasileira o pão mais comercializado é o tipo francês (ABIP, 2019). Este tipo de pão é constituído, basicamente, por farinha de trigo, fermento biológico, água e cloreto de sódio. Porém, os de massa doce como os pães para *hot dog*, hambúrguer, de leite e sovado ocupam lugar de destaque no mercado (ESTELLER *et al.*, 2004). Estes pães são constituídos de farinha de trigo, açúcar (sacarose), sal (cloreto de sódio), ovos, fermento biológico e leite, os quais caracterizam o pão com uma casca fina e com grande quantidade de miolo macio (ESTELLER *et al.*, 2004; ABNT, 2015; MARTINI, ESCOBAR e KAMINSKI, 2016).

5.3 Fermento biológico

O fermento biológico é um importante ingrediente utilizado na panificação, produz compostos que caracterizam o sabor e o aroma do pão (BRANDÃO e LIRA, 2011), além disso possui a função de expansão da massa, uma vez que os microrganismos que compõem os fermentos são capazes de transformar os açúcares presentes na massa em dióxido de carbono e álcool (BRANDÃO e LIRA, 2011; GÉLINAS, 2019), conforme a equação abaixo.



(BRANDÃO e LIRA, 2011)

No geral, o fermento biológico é o ingrediente que caracteriza o pão, sendo encontrados dois tipos: levedura comercial (fermento comercial) e os fermentos naturais (COSTA *et al.*, 2020).

5.3.1 Fermentação natural

O fermento natural, também conhecido como *massa madre*, *sourdough starter* ou *levain*, inicia com a mistura de farinha de cereais e água, levando a proliferação de bactérias, na maioria as lácticas e leveduras não selecionadas (VUYST e NEYSENS, 2005; CORSETTI e SETTANNI, 2007). O início do seu desenvolvimento ocorre por fermentação espontânea ou iniciada por meio da adição de cultura *starter* (VUYST e VANCANNEYT, 2007).

As bactérias lácticas produzem principalmente ácidos lácticos, importantes na promoção de melhorias nutricionais, como por exemplo a ativação de enzimas que hidrolisam as proteínas, liberando peptídeos e aminoácidos livres (MONTEMURRO *et al.*, 2019). O meio otimizado para desenvolvimento dessas bactérias deve ser rico em carboidratos e estar entre 30°C e 35°C (APLEVICZ, 2013).

As bactérias lácticas são classificadas em dois grupos: homofermentativas, produtoras de ácido láctico, sendo este produto o principal da via e as heterofermentativas que além de produzir ácido láctico, também formam outros metabólitos como o dióxido de carbono e etanol, em igual proporção (BRUNO, 2011). Estes metabólitos auxiliam na obtenção do sabor ácido e no crescimento do pão (CAUVAIN e YOUNG, 2009). Em menor quantidade, o ácido acético evidencia o aroma do pão, tendo também poder protetor contra microrganismos deterioradores, além de alterar a reologia da massa, dificultando a elasticidade por produzir um glúten mais estático. (CORSETTI e SETTANI, 2007). Os gêneros predominantes são *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc* e *Weissella*, sendo o *Lactobacillus Sanfranciscensis* a espécie dominante para os fermentos elaborados com farinha de trigo (SUGIHARA e MILLER 1971; CORSETTI *et al.*, 2001; SIRAGUSA *et al.*, 2009; CHAVAN e CHAVAN, 2011) e são gram-positivas, consideradas anaeróbias ou anaeróbias facultativas (SAAD, 2006; BRUNO, 2011; APLEVICZ, 2013).

Em menor quantidade, as leveduras geralmente estão em uma razão de 1:100 em relação às bactérias, sendo encontrada cerca de 20 espécies de leveduras. As mais frequente são *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces exiguus*, *Candida humilis*, *Candida krusei*. Os principais metabólitos são CO₂ e álcool, e em menor quantidade o ácido succínico (REZAEI *et al.*, 2014).

Os fermentos naturais podem ser iniciados com a fermentação junto a alguns ingredientes, tais como suco de frutas, iogurtes (GORDÚN *et al.*, 2015), mosto (ZHAO *et al.*, 2015) uma vez que aumentam a diversidade microbiológica, diferenciando o sabor e aroma dos pães (GORDÚN *et al.*, 2015). Os substratos também podem ser fontes de açúcares de fácil fermentação e assim ocasionar alteração do pH do meio, modificando as características do produto final (APLEVICZ, 2013).

A utilização de diferentes tipos de farinha de trigo, como a integral que fornecerá diversidade microbiológica (COSTA, NOGUCHI e CHANG, 2011). A farinha de trigo branca possui maior quantidade de amido, também sendo fonte de carbono para microbiota (GUARIENTI, 1993).

Em comparação aos produtos com fermentos comerciais, o fermento natural possui o benefício de reduzir a perda de umidade, o que retarda o envelhecimento do pão e o crescimento dos fungos, além de diminuir a contaminação bactérias, uma vez que as bactérias acidificam o meio tendo a função antimicrobiana (VALDEZ *et al.*, 2010; SHUMOY *et al.*, 2018; ABEDFAR *et al.*, 2019).

Em relação a alguns benefícios nutricionais, Angelis *et al.* (2005) estudou pães com fermentação natural e os colocou em digestão *in vitro* com células intestinais de pessoas com sensibilidade ao glúten. Os autores verificaram que não houve aumento de infiltração de linfócitos intraepiteliais CD3⁺. Sendo assim, não desencadeou reação alérgica, uma vez que as bactérias do fermento natural produziram ácidos que favoreceram a hidrólise da gliadina da farinha de trigo diminuindo a sensibilidade ao glúten. Diante disso, os autores inferiram que a utilização de fermentos naturais na elaboração de pães tem a capacidade de reduzir respostas inflamatórias.

Além da fermentação natural produzir amido resistente, o que conseqüentemente, reduz o índice glicêmico sérico (SHUMOY *et al.*, 2018), aumenta a biodisponibilidade das proteínas, através das enzimas proteolíticas ativadas pela ação dos ácidos orgânicos

(MONTEMURRO *et al.*, 2019). Podendo também encontrar compostos fenólicos, que são substâncias aromáticas hidroxiladas, encontradas naturalmente nos alimentos (DEGÁSPARI e WASZCZYNSKYJ, 2004; SILVA *et al.*, 2010; ACHKAR *et al.*, 2013; ARAÚJO, 2015). Esses compostos podem ser nutracêuticos (DAMODARAN, PARKIN e FENNEMA, 2010), sendo que alguns têm caráter antioxidantes e auxiliam na prevenção de doenças degenerativas, como cânceres e doenças do coração (SAURA-CALIXTO, 2010).

A fermentação natural aumenta a biodisponibilidade dos compostos fenólicos, pois através dos ácidos ativam enzimas que liberam compostos fenólicos insolúveis presentes nas farinhas de trigo, principalmente nas integrais (ANGELINO *et al.*, 2017).

Os compostos antioxidantes são importantes para a saúde humana, pois se ligam aos radicais livres que são gerados diariamente pelo estresse metabólico (YOUNGSON, 1995). Esses radicais são prejudiciais à saúde podendo causar lesões celulares e modificações no DNA (JASKI, LOTÉRIO e SILVA, 2014). Também ocasionam proteção aos alimentos, impedindo o sabor e aroma rançoso e despigmentação (GRAY, GOMA e BUCKLEY, 1996).

Além dos compostos fenólicos, outros componentes com caráter antioxidantes, como as vitaminas e outros ácidos também aumentam sua biodisponibilidade com a fermentação natural (SAKANDAR *et al.*, 2019).

Sendo assim, a fermentação natural traz benefícios nutricionais e melhorias sensoriais através dos metabólitos dos diversos microrganismos presentes nesses fermentos (CORSETTI e SETTANNI, 2007; MONTEMURRO *et al.*, 2019).

5.3.2 Fermento comercial

Em escala industrial, o fermento comercial é composto por leveduras selecionadas de *Saccharomyces cerevisiae*, sendo esses microrganismos unicelulares pertencentes ao reino Fungi (CASTRO e MARCELINO, 2012). Elas são produzidas *in vitro*, porém são encontradas naturalmente no ar, água, solo e plantas (GÉLINAS, 2019). A multiplicação de suas células ocorre com a necessidade de água livre, porém é menor do que a

necessidade de água para o crescimento das bactérias e maior do que a necessidade para o crescimento dos fungos filamentosos, então crescem em alimentos com umidade entre alta e moderada. A temperatura de crescimento é similar à dos fungos filamentosos, devendo estar em torno de 25°C (FREY, 1930; STAUFFER, 1990; GÉLINAS, 2019).

As cepas selecionadas de leveduras para fermento comercial foram aprimoradas para melhorar a capacidade de produção de gás de dióxido de carbono, proporcionando rápida expansão dos pães (GÉLINAS, 2019). Nos mercados existem algumas formas encontradas, sendo que as duas mais conhecidas são em pasta e os liofilizados (CASTRO e MARCELINO, 2012; GÉLINAS, 2019).

A obtenção do fermento comercial é realizada em laboratório, onde se inocula a levedura em meio de cultura estéril e em seguida é colocada em uma mistura contendo melaço e outros ingredientes que favorecem o crescimento das leveduras *Saccharomyces cerevisiae*. Após todo processo de multiplicação, a massa de fermento é centrifugada, lavada e levada para finalização no formato liofilizado ou em pasta (CASTRO e MARCELINO, 2012).

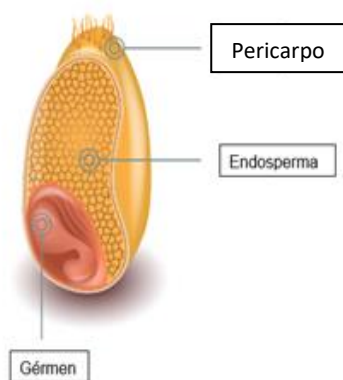
5.4 Ingredientes utilizados na elaboração de pães de massa doce

Segundo Aquarone *et al.* (2002); Castro e Marcelino (2012), os ingredientes utilizados na elaboração de pães são divididos em essenciais (farinha de trigo, água, fermento biológico e sal) e não essenciais (açúcar, leite, ovo, gordura, entre outros).

5.4.1 Farinha de trigo

O grão de trigo é um cereal do grupo das gramíneas (ABITRIGO, 2019) e sua estrutura é dividida em pericarpo (rica celulose, minerais e vitaminas do complexo B), endosperma (rico em carboidratos) e gérmen (embrião do trigo rico em gordura e considerado fonte de vitaminas E e do complexo B) (Figura 1), a partir de deste grão é extraído a farinha de trigo (DEWETTINCK *et al.*, 2008; ABITRIGO, 2019).

Figura 1 Estrutura do trigo. Fonte: ABITRIGO (2019).



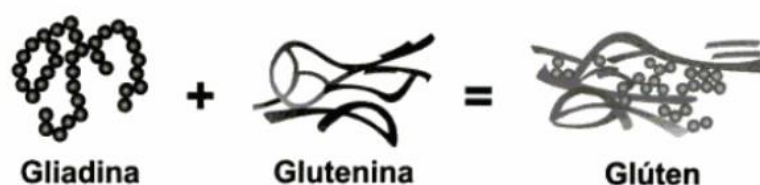
O trigo é o segundo alimento mais consumido no mundo, sendo que só em 2017 foram consumidos mais de 740 milhões de toneladas (ABITRIGO, 2019). No Brasil, em 2018, a produção foi de 5,5 mil toneladas, porém essa quantidade não supriu o consumo do mercado interno, sendo necessário importar mais de 7,5 mil toneladas (CONAB, 2019).

A farinha de trigo refinada é composta por amido (70 a 75%), água (12 a 14%), proteínas (8 a 16%) e outros constituintes menores, como polissacarídeos não amiláceos (2 a 3%), lipídios (2%) e cinzas (1%) (MORITA *et al.*, 2002). Os principais componentes para produção dos pães são as proteínas (gliadina e glutenina) e o amido, pois influenciam nas propriedades do produto final (WILDE, 2003). A gliadina junto com a glutenina, ao ser hidratada com água e na presença da ação mecânica, formam a rede de glúten que é uma rede elástica extremamente importante para o crescimento dos pães (CAUVAIN e YOUNG, 2009; CHAVAN e CHAVAN, 2011). A gliadina é responsável pela viscosidade e extensibilidade da massa e a glutenina pela resistência e elasticidade (LÉTANG, PIAU e VERDIE, 1999). Além disso, são responsáveis pela formação dos alvéolos que retêm o gás dentro do pão (WILDE, 2003) para formar a textura aerada que é característica da estrutura do pão (SROAN, BEAN e MACRITCHIE, 2009).

A formação da rede de glúten se inicia a partir da hidratação e ação mecânica das proteínas que formam ligações dissulfeto intermoleculares e intramoleculares (Figura 2). A finalização do desenvolvimento da rede de glúten ocorre com as ligações entre os

aminoácidos, sendo essas ligações, interações hidrofóbicas, ligações iônicas e forças de Van der Waals com moléculas de água contidas no interior (MANDARINO, 1994).

Figura 2 Estrutura do glúten. Fonte: Araújo *et al.* (2008).



O glúten é essencial para a formação da estrutura do pão, conseqüentemente sua quantidade na farinha é primordial para classificar o teor nas farinhas para produção dos pães, porém as farinhas também são classificadas por parâmetros físico-químicos, que analisam as proteínas no geral (D'ALMEIDA *et al.*;2019).

Guarienti (1993) relata a classificação destas farinhas quanto ao teor de proteína (Tabela 1), e observou que a faixa ideal de proteína para produção de pães, deve ser entre 10,50% e 14,50%, ou seja, farinha de baixo teor alto teor de proteína (Tabela 1).

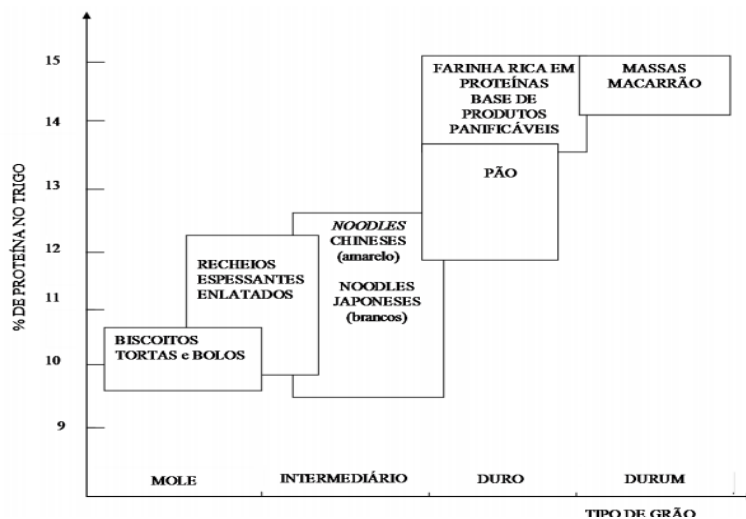
Tabela 1 Classificação da qualidade do grão segundo o teor de proteína.

Classificação	Teor de Proteína (% de base seca)
Muito Baixa	$\leq 9,0$
Baixa	9,1 - 11,5
Média	11,6 - 13,5
Alta	13,6 - 15,5
Muito alta	15,6 - 17,5
Extra-alta	$\geq 17,6$

Fonte: Guarienti (1993).

De acordo com Scheuer *et al.* (2011), as farinhas de trigo também podem ser classificadas quanto a dureza do trigo: trigo mole (farinha branca, baixo teor de proteína e baixa solubilidade de água), trigo duro (grânulos maiores e com alto teor de proteína permitindo uma massa elástica), trigo *durum* (alto teor de proteína, coloração amarela e massa mais resistente ao cozimento). As indicações para os produtos em relação ao tipo de trigo, estão demonstradas na Figura 3.

Figura 3 Relação entre tipo de produto, tipo de trigo e porcentagem de proteína.



Fonte: Scheuer *et al.*, (2011).

Os pães apresentam melhor desenvolvimento quando se utiliza trigo duro, pois a quantidade de proteínas capacita a massa a absorver o teor de água ideal para garantir a solubilidade dos ingredientes, assim formam a rede de glúten e garantem a qualidade do pão (GUARIENTI, 1993).

5.4.2 Líquidos (água e/ou leite)

Uma das funções do líquido é diluir os ingredientes da massa (BRANDÃO e LIRA, 2011). Na elaboração dos pães, o líquido mais utilizado é água, porém o leite, por possuir 87% de água, tem função semelhante, além de enriquecer nutricionalmente o pão com seus elementos sólidos, tais como gordura, proteína, carboidratos, sais minerais e vitaminas (PEREIRA *et al.*, 2004; GONZÁLEZ *et al.*, 2011).

Os líquidos são responsáveis por intumescer os grânulos de amido ocasionando a gelatinização durante o cozimento do pão (BRASIL, 2012). Além disso, auxiliam na formação da rede de glúten e favorecem um meio úmido para a ativação das enzimas e ação da fermentação (QUAGLIA, 1991; CAUVAIN e YOUNG, 2009; VIANNA *et al.*, 2018).

A absorção de líquidos na massa é influenciada por vários fatores, dentre eles a dureza do trigo, a quantidade de amido danificado, quantidade e qualidade das proteínas que a farinha contém (SAPIRSTEIN *et al.*, 2018). Quanto maior o teor de proteínas maior será a quantidade de líquido utilizado (GUARIENTI, 1993). Para elaboração de pães é utilizado cerca de 40% a 80% de líquidos (porcentagem em relação ao quilograma da farinha de trigo) (GUERRINI, 2019). Uma massa com maior porcentagem de água favorece melhorias nas propriedades reológicas, o que ocasiona melhor equilíbrio entre a proporção da tenacidade (T) e extensibilidade (E), diminuindo a relação entre eles (T/E), ocasionando melhorias no cozimento e conseqüentemente na textura (CAPPELLI *et al.*, 2018; GUERRINI, 2019).

Desta forma, líquido como leite torna a agregação dos ingredientes dando forma a massa, fornecendo maciez e firmeza, podendo ser moldada da maneira desejada (ALVES *et al.*, 2018).

5.4.3 Cloreto de sódio

Cloreto de sódio é um ingrediente comum em produtos de panificação, contribuindo primordialmente em fornecer o gosto salgado ao pão, além disso, ocasiona

alteração no desenvolvimento da rede de glúten, promovendo melhorias nas propriedades reológicas e diminuição da atividade dos microrganismos contidos no fermento (CAUVAIN, 2007).

A melhoria reológica da massa com a adição do sal é em decorrência do fornecimento de eletrólitos às ligações das proteínas, o que as fortalece e torna a massa com melhor viscosidade e elasticidade, proporcionando maiores tempos de fermentação (IGNÁCIO *et al.*, 2013). Na formação da rede de glúten, o sal reduz a repulsão eletrostática ocasionada pelas proteínas do glúten, o que favorece a junção entre elas, deixando a massa mais forte. Na ausência do sal, a carga positiva presente nas proteínas se repele, impedindo a agregação das proteínas (TUHUMURY, SMALL e DAY, 2014). No estudo realizado por Larsson (2002), o autor observou que o cloreto de sódio (NaCl), em concentrações de até 2% (0,5; 1 e 2%), proporcionou um aumento da elasticidade da massa.

5.4.4 Óleos e Gorduras

A utilização de produtos à base de lipídios, como óleos ou gorduras (BRANDÃO e LIRA, 2011) nas massas dos pães, melhoram a capacidade de formação da rede de glúten, por facilitar a ação mecânica do cisalhamento da massa, otimizando fisicamente a agregação dos ingredientes (EL-DASH *et al.*, 1986; GUERREIRO, 2006).

Os tipos mais encontrados no mercado são os óleos vegetais. A desvantagem da utilização dos óleos vegetais é o seu baixo ponto de fusão, o que confere rápido sabor rancificado ao produto (SILVA e GIOIELLI, 2006). Para melhor resultado, na panificação, utilizam-se margarinas elaboradas com óleos vegetais interesterificados (O'BRIEN, 1998; SILVA e GIOIELLI, 2006). Este produto possui melhor plasticidade na lubrificação dos amidos e das proteínas, o que confere ao pão uma textura mais leve e aerada (GHOTRA, DYAL e NARINE, 2002).

5.4.5 Açúcar

A sacarose, comumente conhecida como açúcar, é o principal ingrediente que contribui para a doçura em produtos panificados (ESTELLER *et al.*, 2004; STRUCK *et al.*, 2014), além de ser substrato para o fermento, transformando-o em gás carbônico e álcool (QUAGLIA, 1991; PHILIPPI, 2003).

A adição de açúcar na massa retarda a recristalização do amido, aumentando a capacidade de maciez e maior vida útil, pois forma ligações de hidrogênio com a água, impedindo a sua evaporação (ESTELLER *et al.*, 2004; MELO FILHO e VASCONCELOS, 2011).

O processo de escurecimento do pão é oriunda da caramelização e da reação de *Maillard*, essa reação é não enzimática que utilizam açúcares redutores, como a glicose e frutose oriunda da sacarose, pois ao fornecer o pão, surge uma camada fina de coloração castanho-caramelizado como resultado (HUG-ITEN, ESCHER e CONDE-PETIT, 2001; ESTELLER *et al.*, 2004).

A quantidade ideal para obter a coloração da crosta e manter a umidade do miolo varia de 2 a 10% de açúcar. Em contrapartida, sua utilização em excesso tem como consequência um pão esfarelado (PHILIPPI, 2003).

5.4.6 Ovos

Os ovos possuem alguns fatores importantes que fornecem emulsificação à massa. Entre eles, a emulsificação realizada pelos fosfolípidos da lecitina que realizam as ligações hidrofóbica e hidrofílica que unem os ingredientes, uniformizando a massa (MINE e BERGOUGNOUX, 1998; ALUKO e MINE, 1998; PHILIPPI, 2003; SOUZA e ROJAS, 2012).

Outro fator relevante é o aumento do valor nutricional dos pães, uma vez que os ovos possuem cerca 13% de proteína e 11% de gordura, além de ter quantidade significativa de vitaminas e minerais, sendo um alimento amplo em macronutrientes e

micronutrientes (EL-DASH e GERMANI, 1994; PHILIPPI, 2003). Além disso, os pigmentos da gema (carotenoides) aumentam a intensidade da cor dos pães (PHILIPPI, 2003).

5.5 Alterações microbiológicas, físicas, físico-químicas e sensoriais dos pães ao longo tempo de armazenamento

A microbiota do fermento natural influencia diretamente nas características físicas, físico-químicas e sensoriais dos pães, já visto que a simbiose entre as leveduras e as bactérias, principalmente as lácticas, (VUYST e NEYSENS, 2005; CORSETTI e SETTANNI, 2007; VUYST e VANCANNEYT, 2007) serão responsáveis em garantir volume (GÉLINAS, 2019), sabor, aroma diferenciados aos pães (GÄNZLE, VERMEULEN e VOGEL, 2007; CASADO *et al.*, 2017).

O poder de conservação é importante para o mercado (APLEVICZ, 2013) pois na análise de armazenamento observam-se as mudanças das características físicas e químicas ocorridas ao longo da vida de prateleira. É uma avaliação da perda do frescor dos pães quando ocorrem o endurecimento, perda do brilho da casca e surgimento do sabor “envelhecido” (KULP e D'APPOLONIA, 1981; GRAY e BEMILLER, 2003).

O Guia nº16/2018 da Anvisa orienta que a determinação do prazo de validade é em decorrência de vários fatores extrínsecos (ar, embalagens e ambiente de estocagem) e intrínsecos (pH e atividade de água), que podem favorecer o aparecimento de microrganismos deterioradores. No caso dos pães, esses microrganismos são os fungos (BRASIL, 2018).

5.5.1 Microbiológicas

A deterioração dos pães por fungos ocorre após o cozimento, mediante a contaminação pelo ar, bancadas, utensílios, manipuladores, equipamentos e estocagem (CORNEA *et al.*, 2011; SANTOS *et al.*, 2016). Os pães, ao sofrerem cocção no forno

reduzem bastante a carga fúngica, porém a elevada carga de esporos de fungos nas farinhas, grãos e inadequada higiene durante a manipulação pode contribuir para a deterioração do alimento (SANTOS *et al.*, 2016). A prevalência dos fungos nos pães ocorre porque estes possuem pH e atividade de água ideal para o seu crescimento, já que as bactérias se multiplicam em pH mais próximo a neutralidade e maior atividade de água (FORSYTHE, 2013).

Os fungos também alteram sensorialmente os pães, por produzirem enzimas deterioradoras dos macronutrientes que alteram o sabor do pão, além de produzirem toxinas maléficas à saúde. Entre os fungos que decompõem os pães, os mais comumente encontrados são *Rhizopus nigricans* (caracterizado por uma mancha preta), *Penicillium* e *Aspergillus* (apresentam coloração verde) e *Neurospora sitophila* (reflete a cor vermelha) (SANTOS *et al.*, 2016).

No Brasil, os dados de perdas dos pães por fungos são imprecisos, mas estimam-se que 10% da produção seja descartada por contaminação fúngica, acarretando perdas econômicas para as empresas (FREIRE, 2011). Santos *et al.*, (2016) analisaram a contagem de fungos em pães integrais, matérias-primas e o ar em diferentes pontos de uma fábrica e verificaram que os pontos mais críticos de controle de contaminação são o ar e as matérias-primas. Em relação a conservação do pão por fermentação natural, Axel, Zannini e Arendt (2016) citam que o ácido azelaico produzido pelo *Lactobacillus amylovorus* tem propriedades antifúngicas. Catzeddu (2019) também cita que a combinação do pH com a produção de ácidos orgânicos e outros produtos favorece o aumento do prazo de validade dos produtos, sendo boa opção para redução da contaminação por microrganismos deterioradores.

5.5.2 Físicas

Na etapa da cocção, o cozimento da massa proporciona crescimento a mais pelo salto do forno, pois o aquecimento favorece a expansão do pão com a força do gás e vapor da água presentes na massa (EL-DASH *et al.*, 1986; PYLER, 1988). Esse crescimento uniforme demonstra que a massa obteve fermentação favorável para o crescimento e correto assamento, deixando o pão com a aparência uniforme (PYLER, 1988). A medida

em porcentagem para verificar a expansão é dada pelo coeficiente de expansão do pão, o qual é diretamente influenciado pela extensibilidade da massa, uma vez que representa a capacidade de crescimento da massa sem que ela se rompa (VÁZQUEZ, 2009).

Em relação ao volume, é uma das primeiras características de aceitabilidade do consumidor é o volume (STOJCESKA e BUTLER, 2012). A literatura relata que o volume está relacionado à concentração de ácido láctico, assim como foi observado no estudo de Sanz-Penella, Tamayo-Ramos e Haros (2011) que estudaram pães de sal com fermentos naturais acrescidos com bífido-bactérias em comparação com fermento comercial. Os pães com fermentação natural obtiveram volumes menores por consequência da elevada concentração das bactérias lácticas, que produziram ácido láctico reduzindo o pH, favorecendo a ativação de enzimas proteolítica, hidrolisando o glúten e enfraquecendo a expansão do pão. No entanto, Crowley *et al.* (2002) estudaram volumes de pães com diferentes concentrações de fermento natural em comparação com fermento comercial e verificaram que os pães com 20% de fermento natural (em relação a farinha de trigo) foram ideais para o desenvolvimento do volume, melhor do que nos pães com leveduras comerciais.

A densidade é relacionada ao volume, sendo assim as características que afetam o volume afetam a densidade, no entanto quanto maior expansão menor densidade do pão, sendo inversamente proporcionais (SCANLON e ZGHAL, 2001).

Outra medida visual é o formato dos pães mensurada pela simetria, uma vez que pães com laterais encolhidas e pequenas causam assimetrias nos pães e essas falhas geralmente são causadas por quantidade inadequada de água, inadequada distribuição dos ingredientes e fermentação insuficiente (EL-DASH *et al.*, 1986).

O parâmetro da espessura da crosta do pão de sal é facilmente encontrado na literatura, a qual relata entre 1 a 2 mm (PIZZINATTO, LEITÃO e VITTI, 1990; FERREIRA, OLIVEIRA e PRETTO, 2001). Em fermentação natural a espessura da crosta é aumentada, conforme relatado por Nodari (2014). Este autor observou que a espessura passa a variar entre 1,47 a 2,67mm em pães de sal que utilizam fermento natural. Devido ao tempo prolongado de fermentação e aos ácidos orgânicos produzidos, estes liberam proteases resultando no aumento da espessura dos pães.

5.5.3 Físico-químicas

Os pães produzidos com fermentação natural podem variar seus valores de pH, uma vez que dependem de fatores exógenos, como tempo de fermentação, e dos fatores endógenos, como a composição microbiológica, estando em torno de 3,8 a 4,5 (CATZEDDU, 2019). Ao verificar somente o fermento, o pH é menor que 3,7 com 15 horas de descanso, em tempo menor de descanso o valor médio do pH é de 4,0 (CORSETTI e SETTANI, 2007).

Na massa e no pão assado o valor de pH é similar, ficando na faixa de 3,8 a 4,5, sendo inversamente proporcional ao tempo de fermentação, conseqüentemente pães com maior tempo de fermentação serão mais ácidos (CASADO *et al.*, 2017; CATZEDDU, 2019). A acidificação do meio ativa as enzimas amilases e proteinases que hidrolisam as proteínas do glúten, proporcionando maior elasticidade a massa e melhorando a reologia o que resulta em um produto com melhor textura (CLARKE, SCHOBER e ARENDT, 2002; CATZEDDU, 2019).

Durante o tempo de prateleira os pães de fermentação natural têm perda de umidade baixa, pois os ácidos orgânicos hidrolisam o amido que fornece maior estabilidade ao gel formado durante a cocção, dificultando a perda de umidade ao longo do tempo (CORSETTI *et al.*, 1998). Ferreira, Oliveira e Pretto (2001), avaliaram a umidade em amostras de pães franceses de 5 padarias de Curitiba e encontraram 31,98% de umidade em pães com fermentação comercial. Casado *et al.* (2017) verificaram que pães de farinha branca com fermentação natural apresentavam umidade em torno de 42%. Sobre a perda de umidade ao longo do tempo, Plessas *et al.* (2005) verificaram que pães de massa branca com fermentação natural reduziram a umidade em 13% em 3 dias e 28% em 5 dias, sendo que aqueles com fermentação comercial a perda foi de 15% em 3 dias e 35% em 5 dias. Estes trabalhos demonstram a diferença entre as duas fermentações (comercial e natural).

A maior hidratação dos pães elaborados com fermento natural está relacionada com a acidez, pois os ácidos orgânicos hidrolisam as proteínas, assim aumentam a absorção de água (SAPIRSTEIN *et. al*, 2018). Os valores de umidade do que pães de fermentação comercial, podem chegar a um valor de 42% (CASADO *et al*, 2017) e os

pães com fermentação comercial a 31% (FERREIRA, OLIVEIRA e PRETTO, 2001). Sobre a perda de umidade ao longo do tempo, Plessas *et al.* (2005) verificaram que pães de massa branca com fermentação natural reduziram a umidade em 13% em 3 dias e 28% em 5 dias, sendo que aqueles com fermentação comercial a perda foi de 15% em 3 dias e 35% em 5 dias, sendo a perda menor ao longo do tempo.

Em relação a cor, cita-se o estudo de Crowley *et al.* (2002) que compararam a cor de pães com fermento comercial e fermentação natural e observaram que a acidez influenciou no resultado dos pães de fermentação natural por ficarem mais escuros. Podendo ser explicado em função da queda do pH que disponibiliza mais aminoácidos e açúcar, assim aumentando a disponibilidade para caramelização e da reação de *Maillard* (TORRIERI *et al.*, 2014). Ao analisar a perda da coloração ao longo do armazenamento, pode ser ocasionada por alguns compostos da reação de *Maillard* que são volatizáveis (CAPUANO *et al.*, 2008; JENSEN *et al.*, 2011), uma vez que durante o tempo de estocagem são evaporados ou migram da casca para o miolo (JENSEN *et al.*, 2011). Essa perda caracteriza a perda de brilho e da cor amarelo (CHIAVARO *et al.*, 2008).

5.5.4 Sensoriais

O tempo de estocagem influencia nas qualidades sensoriais do pão, a perda de umidade do miolo do pão para a crosta (GRAY e BEMILLER, 2003; CAUVAIN e YOUNG, 2009), ocasiona a perda da qualidade da textura e aparência dos pães, tornando a casca elástica e o miolo duro, seco e esfarelado (PATERAS, 1998). O sabor e aroma dos pães acompanham a perda de qualidade da textura ao longo do tempo (GRAY e BEMILLER, 2003). Ocorre a tendência de gosto amargo, textura adstringente e seca, devido aos compostos voláteis da oxidação lipídica nos pães (JENSEN *et al.*, 2011).

Os pães de fermentação natural possuem um sabor diferenciado pela alta acidez, além de ter uma massa de textura pastosa e aromas intensos, ocasionados pelos ácidos orgânicos produzidos. Esses ácidos ativam enzimas que hidrolisam as proteínas, o que provoca a liberação de aminoácidos, tendo o papel fundamental como substratos dos compostos aromáticos (GÄNZLE, VERMEULEN e VOGEL, 2007; CASADO *et al.*, 2017).

As alterações ao longo do tempo para pães com fermentação natural são mais sutis, pois devido ao aumento da solubilidade da proteína do glúten auxiliam em manter o frescor ao longo do tempo (CROWLEY, *et al.*, 2002). Também ocorre maior hidrólise do amido, o que desencadeia ligações da gelatinização do amido mais estáveis, deixando o pão mais macio ao longo do tempo (CORSETTI *et al.*, 2007)

No estudo Rinaldi *et al.* (2015) pode-se verificar essas melhorias que a fermentação natural viabiliza para os pães, pois analisaram durante 5 dias de armazenamento pães com fermentação natural e pães com levedura comercial. O miolo manteve o frescor, não sofreu redução significativa de suas migalhas, assim mantendo a qualidade da textura e aparência ao longo do tempo.

6 MATERIAIS E MÉTODOS

Esse trabalho foi realizado na Planta Piloto de Produtos Amiláceos e nos Laboratórios de Análise Sensorial, Bromatologia e Microbiologia da Escola de Nutrição da Universidade Federal de Ouro Preto – MG, sendo desenvolvido em quatro etapas. A primeira correspondeu à avaliação do efeito dos substratos e dos tipos de farinhas de trigo nas características microbiológicas, nos valores de pH, nos teores de compostos fenólicos totais, na capacidade antioxidante e na capacidade fermentativa de fermentos naturais e comercial. Já a segunda etapa avaliou o perfil do consumidor de pães de leite com e sem fermentação natural. A terceira etapa verificou o efeito dos fermentos naturais e comercial nas características físicas e na composição proximal de pães de leite após o assamento e a quarta etapa avaliou o efeito dos fermentos naturais e comercial nas características microbiológicas, físicas, físico-química e sensoriais dos pães de leite durante o armazenamento.

6.1 PRIMEIRA ETAPA: Perfil do consumidor de pães de leite com e sem fermentação natural

A pesquisa foi realizada após consentimento dos órgãos competentes e aprovação pelo Comitê de Ética na Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Ouro Preto (CAEE 31630620.0.0000.5150) (ANEXO I). Os entrevistados foram informados do estudo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

A avaliação foi realizada por questionário via online (Google Forms) (ANEXO II), conforme Yu *et al.* (2017) e Shan *et al.* (2017) com modificações. A amostra foi composta por 400 indivíduos consumidores de pães traçando o perfil socioeconômico, hábito alimentar, características buscadas como qualidade dos pães de leite de fermentação comercial e natural.

6.1.1 Avaliação dos resultados

Os dados obtidos foram tabulados em planilhas de *Excel* e os resultados foram discutidos em números percentuais para cada quesito questionado.

6.2 SEGUNDA ETAPA: Avaliação do efeito dos substratos e dos tipos de farinhas de trigo nas características microbiológicas, nos valores de pH, nos teores de compostos fenólicos totais, na capacidade antioxidante, e na capacidade fermentativa de fermentos naturais e comercial

6.2.1 Materiais

Para a elaboração dos fermentos foram utilizados mosto de cerveja (adquirido de uma fábrica local), iogurte natural sem açúcar (Itambé®), suco natural de abacaxi, farinha de trigo integral (Vilma®), farinha de trigo branca (Boa Sorte®), adquiridos do comércio local. Para as análises com fermento comercial utilizou o fermento biológico liofilizado (Dr Oetker®), também adquirido do comércio local.

6.2.2 Elaboração dos fermentos naturais

Foram elaborados diferentes tipos de fermentos, utilizando como substratos o mosto de cerveja, o iogurte natural sem açúcar e o suco de abacaxi. Além disso, os fermentos foram elaborados com farinha de trigo integral e com farinha de trigo branca, de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2: Formulações dos fermentos naturais.

Formulações	Descrição da Formulação
BI	Farinha de trigo branca + iogurte natural
II	Farinha de trigo integral + iogurte natural
BA	Farinha de trigo branca + suco de abacaxi
IA	Farinha de trigo integral + suco de abacaxi
BM	Farinha de trigo branca + mosto de cerveja
IM	Farinha de trigo integral + suco de abacaxi

Fonte: Autor

Para a elaboração dos fermentos foi utilizada a metodologia proposta por Aplevicz (2013), com modificações. No início (primeiro dia), cada substrato (60 g) foi misturado com as farinhas de trigo (integral ou branca) (50 g), utilizando uma colher de metal higienizada com detergente neutro e sanitizada em hipoclorito de sódio (2,5%) por 15 minutos. Essa mistura permaneceu por 24 h em câmara com controle de temperatura a 25°C, na presença de oxigênio, em potes de vidro, previamente higienizados com detergente neutro e esterilizado em água fervente a 100°C por 15 minutos. Após 24 h, foram adicionadas às misturas 30 g de farinha (integral ou branca) e 20 g de substrato, os quais permaneceram por mais 24 h em câmara com controle de temperatura à 25°C, na presença de oxigênio.

No terceiro dia foram adicionados a cada mistura 50 g de farinha (integral ou branca) e 30 g de água filtrada, os quais permaneceram por mais 24 h na câmara com controle de temperatura à 25°C, na presença de oxigênio.

No quarto dia foram adicionados a cada mistura 75 g de farinha (integral ou branca) e 30 g de água filtrada, permanecendo por 24 h na câmara com controle de temperatura à 25°C, na presença de oxigênio.

No quinto dia foram retiradas 100 g de cada mistura, a essa parte foram acrescentados 300 g de farinha (integral ou branca) e 200 g de água filtrada. As misturas

foram armazenadas sob refrigeração (8°C) por 24 h. Após esse período, foi realizado o mesmo método do quinto dia, sendo que, nesta etapa, o fermento estava com a carga microbiana pronta para a fermentação dos pães. Os potes foram tampados e armazenados sob refrigeração. A cada 15 dias, esses fermentos foram alimentados na proporção 2:2:1 (fermento:farinha:água).

6.2.3 Avaliação microbiológica dos fermentos naturais e comercial

6.2.3.1 Materiais

Para a realização das análises microbiológicas dos fermentos naturais e comercial foi utilizada peptona de carne (Himedia®), meio de cultura MRS ágar (TM Media®) e meio de cultura batata dextrose ágar (BDA) (Kasvi®).

6.2.3.2 Preparação das amostras

Os fermentos foram avaliados em relação a contagem total de bactérias e leveduras no 7º dia. Para isso, 10 g de cada fermento foram pesados com auxílio de espátula estéril e adicionados em 90 mL de água peptonada. Posteriormente, procedeu-se homogeneização manual por 120 segundos, diluições seriadas e plaqueamento em ágar MRS (DE MAN ROGOSA E SHARPE, 1960) para contagem total de bactérias e em Agar batata dextrose (BDA) para contagem de leveduras.

6.2.3.3 Determinação de leveduras nos fermentos

A enumeração de leveduras foi realizada segundo metodologia proposta por (Beuchat, 1991). As amostras foram plaqueadas (superfície) em ágar batata dextrose

(BDA) adicionado de 1% de ácido tartárico a 10%. As placas foram incubadas a 25 °C por 72 h em aerobiose. Os resultados foram apresentados em log UFC/g de fermento.

6.2.3.4 Determinação da contagem total de bactérias nos fermentos naturais

A contagem total de bactérias nos fermentos foi realizada segundo metodologia proposta por Garrote, Abraham e Antoni (2001), com modificações. As amostras foram plaqueadas (profundidade) em ágar MRS e posteriormente, incubadas a 37 °C por 48 h em condições de aerobiose e anaerobiose. Os resultados foram expressos em log UFC/g de fermento. Em condições de anaerobiose, as placas foram acondicionadas em jarras de anaerobiose utilizando dispositivo para remoção do oxigênio.

6.2.4 Avaliação do potencial hidrogeniônico (pH) dos fermentos naturais e comercial

A avaliação do pH dos fermentos naturais e comercial foi determinada com o auxílio de um potenciômetro digital, segundo Instituto Adolf Lutz (2008), em triplicata.

6.2.5 Avaliação dos compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante dos fermentos naturais e comercial

A avaliação dos compostos fenólicos totais e da capacidade antioxidante (métodos DPPH, ABTS e β -caroteno/ácido linoleico) presentes nos fermentos naturais e no fermento comercial foi realizada em triplicata.

6.2.5.1 Obtenção dos extratos das amostras para análise de compostos fenólicos totais e para capacidade antioxidante nos fermentos naturais e comercial

O procedimento da obtenção dos extratos foi adaptado de Larrauri, Rupérez e Saura-calixto (1997). Foram pesados aproximadamente 20 g das amostras em Erlenmeyer, com exceção do fermento comercial o qual foi utilizado 1 g por ser liofilizado, adicionando-se 40 mL de solução metanol/água (50:50 v/v), e mantendo sob agitação (200 rpm) à temperatura ambiente durante 60 minutos. Posteriormente, a solução foi mantida em repouso em ambiente refrigerado (8 °C) por 30 minutos. O sobrenadante foi filtrado, recuperado e transferido para um balão de 100 mL. Em seguida, 40 mL de acetona/água (70:30 v/v) foram adicionados ao resíduo, sob agitação (200 rpm) à temperatura ambiente durante 60 minutos. A solução também foi mantida em repouso em ambiente refrigerado (8 °C) por 30 minutos. Completado o período, o sobrenadante foi transferido para o balão volumétrico contendo o primeiro sobrenadante e completado o volume para 100 mL com água destilada. Todo o procedimento foi realizado ao abrigo da luz, e o extrato estocado à temperatura de -18 °C.

6.2.5.2 Compostos fenólicos totais nos fermentos naturais e comercial

Para a determinação dos teores de compostos fenólicos totais dos fermentos naturais e comercial foi utilizado a metodologia adaptada de Folin-Ciocalteu (WATERHOUSE, 2002). O extrato (0,5 mL) foi pipetado e transferido para tubos de ensaio contendo 2,5 mL de reagente Folin-Ciocalteu a 10% (v/v) e 2,0 mL de solução de carbonato de sódio a 4% (p/v). O conteúdo dos tubos foi homogeneizado e, em seguida, mantido por 120 minutos, ao abrigo da luz, e a absorbância foi determinada a 750 nm. O etanol absoluto foi utilizado como branco.

O conteúdo de compostos fenólicos totais foi determinado interpolando a absorbância da amostra contra a curva de calibração construída com padrões de ácido gálico (5, 10, 15, 20, 30 e 40 µg/mL). Os resultados foram expressos em mg de ácido gálico equivalente (AGE)/g de fermento.

6.2.5.3 Avaliação da capacidade antioxidante pelo método sistema β -caroteno/ácido linoleico nos fermentos naturais e comercial

A capacidade antioxidante pelo método β -caroteno/ácido linoleico foi determinada seguindo o procedimento relatado por Marco (1968), com algumas modificações. Para o preparo da solução do sistema β -caroteno/ácido linoleico, foram utilizados 20 mg de β -caroteno e para solubilizar foi adicionado 1 mL de clorofórmio, homogeneizado e, posteriormente, evaporado o clorofórmio com o auxílio do oxigenador.

Após, foram adicionados 40 μ L de ácido linoleico e 530 μ L de tween 40. Em seguida, foi adicionada água saturada de oxigênio (água destilada tratada com oxigênio por 30 minutos) até obter absorvância entre 0,6 nm e 0,7 nm a 470 nm. A solução sistema apresentou coloração amarelo-alaranjada. Após, misturou-se 0,4 mL de cada diluição do extrato com 5 mL da solução sistema (sistema β -caroteno/ácido linoleico).

Foi utilizado como controle 0,4 mL da solução de trolox com 5 mL da solução sistema β -caroteno/ácido linoleico, sendo homogeneizados os tubos de ensaio em agitador e mantidos em banho-maria a 40°C. Em seguida, foi realizada a primeira leitura (470 nm) após 2 minutos de efetuada a mistura e depois em intervalos de quinze minutos até 120 minutos. O espectrofotômetro foi calibrado com água destilada. Os resultados foram expressos em porcentagem de inibição da oxidação.

6.2.5.4 Análise da capacidade antioxidante pelo método DPPH nos fermentos naturais e comercial

A capacidade antioxidante dos fermentos naturais e comercial foi analisada conforme o método relatado por Rufino *et al.* (2007), com a utilização do DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazila).

Os extratos dos fermentos (0,1 mL) foram adicionados a 3,9 mL da solução do radical DPPH (600 μ M) e mantidos à temperatura ambiente, ao abrigo da luz, por 30 minutos. A leitura da absorvância foi determinada a 517 nm em espectrofotômetro. Os resultados foram expressos em EC₅₀ (g de fermento /g de DPPH).

6.2.5.5 Avaliação da capacidade antioxidante pelo método ABTS•+ nos fermentos naturais e comercial

Este método foi utilizado para medir a capacidade antioxidante por meio da captura do radical 2,2-azinobis- (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) ou ABTS•+, de acordo com a metodologia proposta por Rufino *et al.* (2007). Foram preparadas soluções de ABTS adicionando-se 5 mL da solução de ABTS com 88 µL da solução de persulfato de potássio em tubo de ensaio, o qual foi mantido ao abrigo da luz e em temperatura ambiente durante 16 horas. Em seguida, 1 mL da solução ABTS•+ foi diluída em álcool etílico absoluto, até obter absorvância de $0,700 \pm 0,05$ a 734 nm. Então, foram adicionados 30 µL de cada diluição do extrato para 3 mL da solução do radical ABTS•+ em tubo de ensaio. Após, foi homogeneizado em agitador de tubos, e deixado em repouso ao abrigo da luz por 6 minutos. Após 6 minutos foi realizada a leitura a 734 nm em triplicata. O álcool etílico foi usado para calibrar o espectrofotômetro. A curva padrão foi realizada utilizando solução padrão de trolox (2000 µM), com concentrações variando de 100 µM a 1500 µM. Os resultados foram expressos em µM de trolox/g de fermento.

6.2.6 Capacidade fermentativa dos fermentos naturais

Os fermentos naturais foram avaliados quanto à capacidade fermentativa, conforme Aplevicz (2013) e Rouillé, Bail e Courcoux (2000) com modificações, em duplicata. Pesou-se 10 g de cada fermento natural, logo após a alimentação, em proveta graduada de 100 mL. Em seguida, as provetas foram armazenadas em câmaras com controle de temperatura à 25 °C, 30 °C e 35 °C, sendo que o volume foi medido de hora em hora até 13 h. Por meio do gráfico plotado (tempo de fermentação x aumento de volume) foi calculada a área abaixo da curva até o maior volume obtido, correspondendo à capacidade fermentativa.

6.2.7 Delineamento experimental e avaliação dos resultados

Utilizou-se um planejamento experimental com delineamento inteiramente casualizado (DIC), sendo que os resultados microbiológicos foram avaliados por meio do cálculo de médias e desvio padrão e, posteriormente, realizou-se análise descritiva dos dados. Já os dados obtidos de pH, compostos fenólicos totais, capacidade antioxidante (métodos DPPH, ABTS e β -caroteno/ácido linoleico) e capacidade fermentativa foram avaliados por meio de análise de variância (ANOVA) e teste de médias Scott-Knott a 5,0 % de probabilidade em *software* Sisvar (FERREIRA, 2014).

6.3 TERCEIRA ETAPA: Efeito dos fermentos naturais e comercial nas características físicas e na composição proximal de pães de leite após o assamento

6.3.1 Ingredientes

Os ingredientes utilizados para a elaboração dos pães de leite foram: farinha de trigo forte branca (Suprema®), açúcar cristal (Euroçúcar®), leite integral UHT (Porto Alegre®), ovos brancos *in natura*, margarina sem sal (Qualy®), sal (Globo®). Além disso, foram utilizados os fermentos naturais e comercial descritos na Etapa 1.

6.3.2 Processo de elaboração dos pães de leite com fermentos naturais e comercial

Para a elaboração dos pães de leite com fermentos naturais e comercial foram utilizados os ingredientes apresentados nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3: Formulação do pão de leite com fermentação comercial.

Ingredientes	Quantidade (%)*	Quantidade (g)
Farinha de trigo branca	100%	500
Açúcar cristal	20%	100
Leite integral	40%	200
Ovos	15%	75
Margarina sem sal	5%	25
Fermento comercial	3%	13
Sal	1%	7

*em relação à quantidade de farinha de trigo

Fonte: autor

Tabela 4: Formulação do pão de leite com fermentação natural

Ingredientes	Quantidade (%)*	Quantidade (g)
Farinha de trigo branca	100%	500
Açúcar cristal	20%	100
Leite integral	40%	200
Ovos	10%	50
Margarina sem sal	5%	25
Fermento Natural	25%	125
Sal	1%	7

*em relação à quantidade de farinha de trigo

Fonte: Autor

A elaboração dos pães de leite foi definida por meio de testes prévios, sendo elaborado de acordo com o Fluxograma 4.

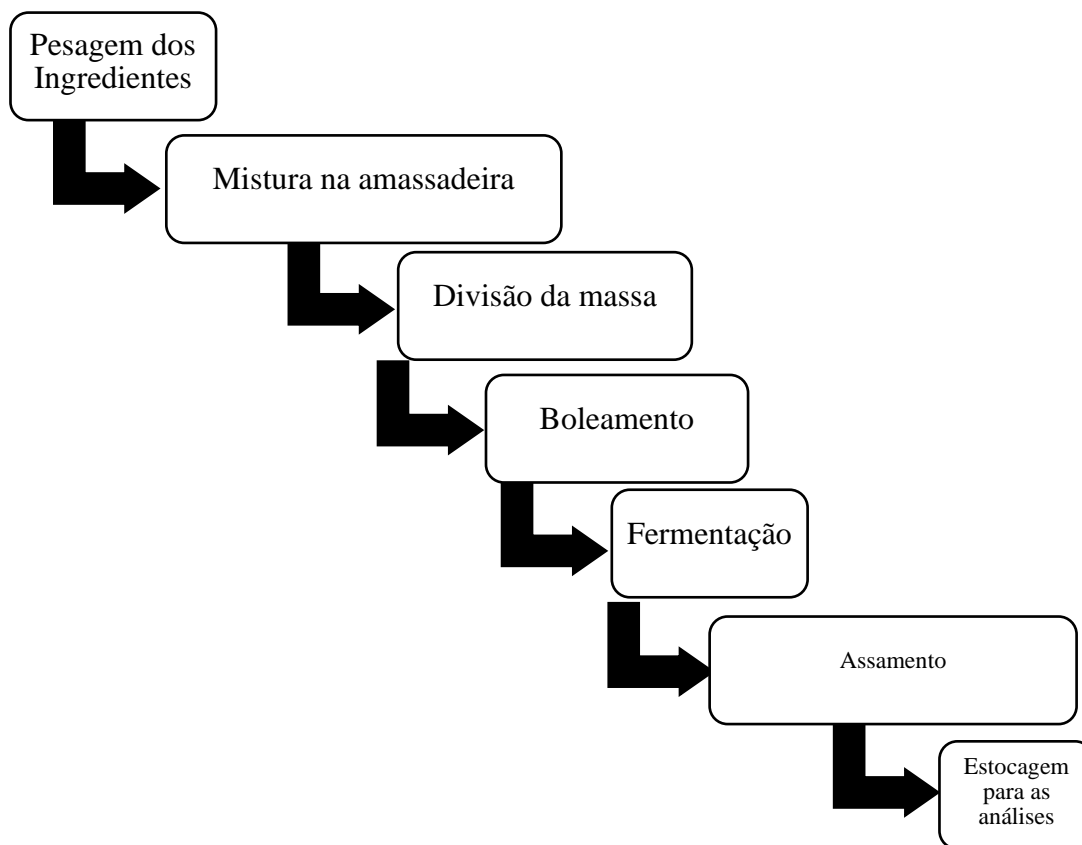


Figura 4: Fluxograma de produção do pão. Fonte: Autor

Inicialmente, o fermento (de acordo com cada tratamento), o leite, o açúcar, sal e a farinha de trigo foram misturados por 7 min em amassadeira em velocidade alta. Em seguida, foram acrescentados os ovos, a margarina e misturados por mais 5 min.

Após, essa etapa a massa foi dividida e boleadas em porções de 30 ± 1 g e dispostas em assadeiras de alumínio anteriormente untadas com margarina e foram postas em descanso na câmara de controle de temperatura a $28\text{ }^{\circ}\text{C}$, a massa foi fermentada até que apresentasse ponto máximo de desenvolvimento de volume sem perda de resistência ao toque.

Os pães foram assados por 30 min a $180\text{ }^{\circ}\text{C}$. Uma hora após a retirada dos pães do forno, os mesmos foram embalados em sacos de polipropileno previamente sanitizados

com álcool 70% e acondicionados na câmara com controle de temperatura a 25 °C a 75% de umidade para posterior análises.

6.3.3 Delineamento experimental

Utilizou-se um planejamento experimental com delineamento inteiramente casualizado (DIC) com 3 repetições, sendo que os tratamentos utilizados estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Tratamentos dos pães de leite elaborados com diferentes fermentos naturais e comercial

Tratamentos	Descrição dos Tratamentos
FC	Pão de leite elaborado com fermento comercial
BI	Pão de leite elaborado com farinha de trigo branca + iogurte natural
II	Pão de leite elaborado com farinha de trigo integral + iogurte natural
BA	Pão de leite elaborado com farinha de trigo branca + suco de abacaxi
IA	Pão de leite elaborado com farinha de trigo integral + suco de abacaxi
BM	Pão de leite elaborado com farinha de trigo branca + mosto de cerveja
IM	Pão de leite elaborado com farinha de trigo integral + suco de abacaxi

Fonte: Autor

6.3.4 Avaliação física dos pães de leite elaborados com diferentes fermentos naturais e comercial

Foram realizadas as seguintes análises físicas: salto de forno, formato dos pães, espessura da crosta, coeficiente de expansão e imagens das fatias, em triplicata.

6.3.4.1 Salto de forno dos pães de leite elaborados com diferentes fermentos naturais e comercial

O salto de forno foi avaliado de acordo com Shittu *et al.* (2007). Ele foi determinado pela diferença da altura da massa no final da fermentação e a altura do pão assado. Para realização dessa medida foi utilizado um paquímetro para obter as medidas (mm).

6.3.4.2 Formato dos pães de leite elaborados com diferentes fermentos naturais e comercial

A análise de formato dos pães foi realizada de acordo com Bodroza-Solarov *et al.* (2008). Medidas da altura e da largura na porção central dos pães foram realizadas com o auxílio de um paquímetro e o formato foi obtido pela relação altura/largura. Relação igual a 0,5 indica um pão de formato regular, uma relação maior que 0,5 indica um formato esférico, enquanto uma relação baixa indica um formato plano.

6.3.4.3 Coeficiente de expansão dos pães de leite elaborados com diferentes fermentos naturais e comercial

O coeficiente de expansão dos pães (C_e) foi determinado utilizando a equação 1 (SANTOS, 2006):

$$C_e = \left(\frac{V_2 - V_1}{V_1} \right) \times 100 \quad (1)$$

Em que:

C_e = coeficiente de expansão (%);

V_1 = volume da massa crua (cm^3);

V_2 = volume do pão assado (cm^3).

6.3.4.4 Espessura da crosta dos pães de leite elaborados com diferentes fermentos naturais e comercial

A espessura da crosta (mm) foi medida com paquímetro em quatro diferentes pontos segundo metodologia proposta por Pereira *et al.* (2010).

6.3.4.5 Características físicas das imagens das fatias dos pães de leite elaborados com diferentes fermentos naturais e comercial

As características físicas das imagens das fatias foram realizadas segundo IATA (2014) em triplicata. Foram utilizadas 3 fatias dos diferentes pães digitalizadas com um scanner profissional, sendo que o tamanho das imagens adquiridas eram de 10 x 10 cm e a resolução de 600 dpi. Os parâmetros de número de alvéolos por cm^2 , porcentagem de ar, tamanho médios dos alvéolos, circularidade (cm), perímetro dos alvéolos (cm) e área total (cm^2) foram avaliados por meio do software Image J, conforme metodologia descrita por Oliveira, Rosell e Steel (2015).

6.3.4.6 Composição proximal dos pães de leite elaborados com diferentes fermentos naturais e comercial

Os teores de umidade, carboidrato, proteína, lipídio e cinza dos pães elaborados com fermentos naturais e comercial foram avaliados por meio de metodologias segundo Instituto Adolf Lutz (2008).

6.3.5 Avaliação dos resultados

Os resultados obtidos nesta etapa foram avaliados por meio de análise de variância (ANOVA) e teste de médias Scott-Knott a 5,0 % de probabilidade em *software* Sisvar (FERREIRA, 2014).

6.4 QUARTA ETAPA: Efeito dos fermentos naturais e comercial nas características microbiológicas, físicas, físico-químicas e sensoriais dos pães de leite durante o armazenamento

6.4.1 Elaboração dos pães de leite e delineamento experimental

Os pães de leite foram elaborados de acordo com metodologia descrita na etapa 3.

Utilizou-se um planejamento experimental com delineamento inteiramente casualizado (DIC) disposto em esquema fatorial completo 7x6, com três repetições, 7 tipos de pães de leite (Tabela 5) e 6 tempos de armazenamento (0, 2, 4, 6, 8 e 10 dias).

6.4.2 Avaliação microbiológica dos pães de leite elaborados com os fermentos naturais e comercial durante o armazenamento

6.4.2.1 Preparação das amostras nos pães de leite elaborados com diferentes fermentos durante armazenamento.

Os pães de leite foram avaliados em relação a contagem de fungos filamentosos e leveduras nos tempos 0, 2, 4, 6, 8 e 10 dias de armazenamento. Para isso, 10 g foram pesadas com auxílio de espátula estéril e adicionadas em 90 mL de água peptonada. Posteriormente, procedeu-se homogeneização manual por 120 segundos, diluições seriadas e plaqueamento em ágar batata dextrose (BDA).

6.4.2.2 Determinação de fungos filamentosos e leveduras

A enumeração de fungos filamentosos e leveduras foi realizada segundo metodologia proposta por Beuchat (1991). As amostras foram plaqueadas (superfície) em ágar batata dextrose (BDA) adicionado de 1% de ácido tartárico a 10%. As placas foram incubadas a 25 °C por 5 dias em aerobiose. Os resultados foram expressos em log UFC/g de pão de leite.

6.4.3 Avaliações físicas dos pães de leite elaborados com diferentes fermentos durante o armazenamento

Para avaliar fisicamente os pães de leite elaborados com fermentos naturais e comercial ao longo do armazenamento foram realizadas análises de volume específico e de densidade aparente.

6.4.3.1 Volume específico dos pães de leite elaborados com diferentes fermentos naturais e comercial

O volume específico dos pães de leite foi determinado pelo método de deslocamento de sementes de painço. O volume específico dos pães foi calculado segundo a equação 2 (AACCI, 2001):

$$V_{esp} = \frac{V}{m} \quad (2)$$

Em que:

V_{esp} = volume específico (cm^3/g);

V = volume do pão (cm^3);

m = massa do pão (g).

6.4.3.2 Gravidade aparente dos pães de leite elaborados com diferentes fermentos naturais e comercial

A gravidade aparente foi determinada pela pesagem de um volume conhecido da amostra numa proveta graduada. A densidade aparente foi calculada pela equação 3:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (3)$$

Onde:

ρ = gravidade aparente (g/cm^3);

m = massa (g);

V = volume (cm^3).

6.4.3.3 Avaliação físico-química dos pães de leite elaborados com diferentes fermentos durante o armazenamento.

Foram realizadas análises de colorimetria, pH, acidez e umidade dos pães de leite elaboradas com fermentos naturais e comercial ao longo do tempo de armazenamento.

6.4.3.3.1 Avaliação da cor dos pães de leite elaborados com diferentes fermentos durante o armazenamento

A cor dos pães (crosta e miolo) foi determinada de acordo com o método descrito por Gennadios *et al.* (1996), em triplicata. Os valores de L*, C* e H* foram determinados com colorímetro Konica Minolta modelo CR 400, trabalhando com D65 (luz do dia) e utilizando-se os padrões CIELab, nos quais L* varia de 0 (preto) a 100 (branco), o C* varia entre 0 (branco e/ou cinza) e 60 (cores vívidas e/ou intensas) e o H* varia de 0 (vermelho) a 270 °h (azul).

6.4.3.3.2 Avaliação do potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável total e umidade dos pães de leite elaborados com diferentes fermentos durante o armazenamento

Os valores de pH, acidez titulável total e umidade foram determinados de acordo com Instituto Adolf Lutz (2008), em triplicata.

6.4.4 Avaliação sensorial dos pães de leite elaborados com diferentes fermentos durante o armazenamento

A avaliação sensorial foi conduzida no Laboratório da Análise Sensorial localizado na Escola de Nutrição da Universidade Federal de Ouro Preto, com 80 provadores não treinados, recrutados entre alunos, funcionários e visitantes da instituição.

As amostras de pães, com aproximadamente 5,0 g, foram servidas em copos descartáveis de 50 mL, codificados por três dígitos aleatórios, à temperatura ambiente e de forma balanceada (WAKELING, MACFIE, 1995; ACOSTA *et al.*, 2008). Foram

realizados testes afetivos (teste de aceitação e escala de atitude) e descritivo (CATA) em conjunto (ANEXO IV) nos tempos inicial (T0) e final (Tf) dos tratamentos em estudo.

O trabalho foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CAAE 31630620.0.0000.5150) (ANEXO III).

6.4.4.1 Teste afetivo: Teste de aceitação

O teste de aceitação foi conduzido em laboratório com 80 consumidores de pães e os atributos avaliados (aparência, aroma, sabor, consistência e impressão global) foi julgado por meio de uma escala hedônica estruturada de 9 pontos (1=desgostei extremamente a 9= gostei extremamente) (STONE e SIDEL, 1985).

A intenção de compra foi avaliada por meio de escala estruturada de 5 pontos (1 = certamente compraria, 5 = certamente não compraria) (MEILGAARD, CARR e CIVILLE, 2006).

6.4.4.2 Teste descritivo

Na mesma ficha do teste de aceitação sensorial, foram avaliados os descritores sensoriais para cada atributo avaliado mediante a metodologia CATA (*check that apply*) com 53 termos randomizados relacionados às diferentes formulações de pães de leite previamente determinado por um grupo de foco (ADAMS *et al.* 2007) e lista prévia.

Os descritores utilizados para o atributo aparência: aparência característica de pão de leite (massa doce), aparência característica do pão integral, alvéolos irregulares, alvéolos uniformes, massa aerada, formato uniforme, formato desregular, cor da casca mais escura que de pão de leite, cor da casca característica de pão de leite, cor caramelo da casca, cor marrom escuro da casca, cor creme da casca, cor do miolo característico do pão de leite, cor do miolo escuro, cor do miolo claro, cor da casca agradável, cor da casca desagradável, cor do miolo agradável, cor do miolo desagradável.

Descritores para aroma: aroma forte de pão de leite, aroma de fermentado, aroma de pão cru, aroma azedo, aroma ácido, aroma adocicado, aroma agradável, aroma desagradável, aroma ideal de pão de leite, aroma característico de pão de leite.

Descritores para sabor: sabor fraco de pão de leite, sabor ideal de pão de leite, sabor característico de pão de leite, sabor adocicado, sabor fermentado, sabor desagradável, sabor amargo, gosto ácido, residual de fermento, sabor agradável.

Descritores para textura: crosta dura, crosta crocante, miolo úmido, denso, miolo macio, miolo duro, crosta grossa, crosta fina, granuloso, casca macia, casca dura, pão de leite macio.

Ao final da análise sensorial foi apresentada aos provadores uma ficha para avaliação de uma amostra ideal, onde, por meio da mesma lista de atributos utilizada no CATA, estes puderam escolher aqueles que descreviam melhor a amostra ideal de pão de leite conforme Velho (2016).

6.4.5 Avaliação dos resultados

Os resultados microbiológicos foram avaliados por meio do cálculo de médias e desvio padrão e, posteriormente, realizou-se análise descritiva dos dados.

Já os dados obtidos das características físicas, físico-químicas e sensoriais dos pães de leite durante o armazenamento foram avaliados por meio de análise de variância (ANOVA) e teste de médias Scott-Knott a 5,0 % de probabilidade em *software* Sisvar (FERREIRA, 2014).

Além disso, para considerar a individualidade dos consumidores, foi realizada a análise estatística multivariada por meio de mapa de preferência interno de três vias obtido por PARAFAC (NUNES *et al.*, 2011) utilizando os dados da aceitação sensorial e da intenção de compra dos consumidores. O modelo PARAFAC foi otimizado usando o valor do Core Consistency Diagnostic (CORCONDIA) para escolha do número de fatores (NUNES *et al.*, 2011).

Para facilitar a visualização dos resultados dos atributos CATA (frequência dos atributos), os dados foram analisados por meio de análise de componentes principais (PCA). Os dados foram organizados em uma matriz de linhas (amostras) e colunas (atributos); eles foram padronizados (matriz de correlação) e o PCA foi aplicado.

O PARAFAC e o PCA foram obtidos utilizando o software Senso Maker versão 1.8 (PINHEIRO, NUNES e VIETORIS, 2013).

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1 PRIMEIRA ETAPA: Perfil do consumidor de pães de leite com e sem fermentação natural

7.1.1 Características sociodemográficas dos participantes da pesquisa

Na Tabela 6 estão apresentadas as características sociodemográficas dos participantes da pesquisa.

Tabela 6: Caracterização sociodemográfica dos participantes da pesquisa.

Categoria	Grupo	Nº de respostas	%
Gênero	feminino	303	75,80%
	masculino	97	24,30%
Região	sudeste	312	78%
	centro-oeste	49	12%
	Sul	28	7%
	norte	2	1%
	nordeste	9	2%
Idade	18-20 anos	9	2,30%
	21- 29 anos	122	30,50%
	30-39 anos	162	40,50%
	40-49 anos	71	17,80%
	50-59 anos	28	7,00%
	60 - 69 anos	7	1,80%
	mais de 70 anos	1	0,30%
Estado civil	casado	132	33,00%
	solteiro	194	48,50%
	união estável	55	13,80%
	divorciado	16	4,00%
	viúva/viúvo	3	0,80%
Ensino	pós-graduação	186	46,50%
	graduação incompleta	85	21,30%
	graduação completa	78	19,50%
	ensino médio completo	38	9,50%
	ensino fundamental	11	2,80%
	sem escolaridade	2	0,50%
Profissão	aposentado	7	1,80%
	autônomo	57	14,20%
	bolsista	3	0,80%
	do lar	2	0,50%
	desempregado	31	7,70%
	empregado	196	48,90%
	estudante	101	25,20%
	empresário	4	1,00%
Renda familiar mensal	1 salário mínimo	26	6,50%
	1 - 2 salários mínimos	75	18,80%
	2 - 8 salários mínimos	194	48,50%
	8 - 10 salários mínimos	37	9,30%
	+ 10 salários mínimos	41	10,30%
	Não disseram	0	0,00%
Número de residentes na mesma casa	Sozinha	39	9,80%
	2 - 3 pessoas	225	56,30%
	4-5 pessoas	129	32,30%
	mais de 5 pessoas	7	1,80%

Frequência das características sociodemográficas da amostra dos entrevistados (n=400) com questionário virtual.

Um total de 400 indivíduos responderam ao questionário, abrangendo todas as regiões brasileira e de ambos os sexos (Tabela 6). A pesquisa não teve intenção de estudar um grupo demográfico e social específico, mas as respostas prevaleceram sendo do gênero feminino (75,8%), oriundos da região sudeste (78%), na faixa etária de 30 a 39 anos (40,5%), solteiros (48,5%), nível de instrução com pós-graduação (46,5%), empregados (48,9%) e com a renda entre 2-8 salários-mínimos (48,5%).

Segundo ABIP (2008) pães de massa doce, como os de leite, bisnaguinhas e de forma são a segunda opção de pães para os brasileiros. São consumidos por todas as classes sociais (OLIVEIRA e ANDRADE, 2020) e a prevalência de consumo de pães entre a população brasileira é de 98% (ARNAUT, 2019). Para exemplificar o consumo de pães de massa doce no Brasil, Costa *et al.* (2021) analisou o consumo alimentar de paulistanos adultos chegando à prevalência de 33% de prevalência de consumo de pães de massa doce.

7.1.2 Hábito alimentar e consumo de pães

A Tabela 7 apresenta os dados para a caracterização do hábito alimentar e o consumo de pães dos participantes da pesquisa.

Tabela 7: Caracterização do hábito alimentar e consumo de pães dos participantes da pesquisa

Caracterização	Item	Número de resposta	%
Hábito Alimentar	Indiferente	59	14,80%
	Muito pouco saudável	9	2,30%
	Muito saudável	14	3,50%
	Poucos saudável	70	17,50%
	Saudável	248	62,30%
Interesse em consumir pães	Altamente interessado	98	24,50%
	Interessado	192	48,30%
	Interesse limitado	105	26,30%
	Não tenho interesse	5	1,30%
Motivo de consumo dos pães	Custo	51	7,80%
	Gostoso	342	52,50%
	Praticidade	184	28,30%
	Saudável	74	11,40%

N= 400 para as características, sendo para n=651 para motivo de consumo por poder marcar mais de uma questão.

Observou-se que, dos participantes da pesquisa, 62,3% consideram ter hábitos alimentares saudáveis (Tabela 7). Hábito alimentar é considerado saudável quando prioriza o consumo de alimentos *in natura* e minimamente processados, e evita o consumo exagerado de óleos, sal, açúcares e alimento industrializados (BRASIL, 2014). Almeida (2019) realizou uma pesquisa sobre hábitos saudáveis e crenças alimentares com população predominante do estado de Minas Gerais, e verificou uma maior tendência no consumo de alimentos saudáveis.

Observou-se também que 48,3% dos participantes da pesquisa são interessados em consumir pães (Tabela 7). Segundo Maciel *et al.* (2016), os produtos de panificação estão na base do consumo alimentar dos brasileiros chegando a ser consumidos por 76% da população brasileira, sendo o Brasil o 5º país da América Latina em consumo de pães.

Em relação aos motivos de consumo de pães, 52,5% relataram que escolhem pães por serem gostosos, seguido pela praticidade (28,3%). Segundo Johan (2018), o valor cobrado em padarias não é determinante no processo de compra, mas sim o quanto o consumidor está disposto a pagar, com as qualidades que ele busca, sendo que pode sofrer influências sociais e culturais. Alguns estudos verificaram que ser gostoso é o principal atributo sensorial para a escolha de pães (REINHARDT, 2002; SOUKI, REIS, MOURA, 2016; JOHAN, 2018).

7.1.3 Consumo de pães de leite com fermentação comercial

Na Tabela 8 estão apresentados os dados sobre o consumo de pães de leite de fermentação comercial dos participantes da pesquisa.

Tabela 8: Consumo de pães de leite de fermentação comercial dos participantes da pesquisa

Variável	Item	Número de resposta	%
Tipo de pão de leite	caseiro	158	22,40%
	industrializado	238	33,70%
	padaria	287	40,70%
	outro	1	0,10%
	nenhum	22	3,10%
Formato	bisnaguinha	213	25,54%
	cachorro-quente	161	19,30%
	caseiro	5	0,60%
	forma	303	36,33%
	nenhum	21	2,52%
	outro	20	2,40%
	redondo mini	111	13,31%
Frequência	1 vez/dia	85	21,20%
	1 vez/semana	69	17,21%
	2 a 3 vezes/semana	88	21,95%
	4 a 6 vezes/semana	42	10,47%
	mais de uma vez/dia	31	7,73%
	nunca	11	2,74%
	raramente	75	18,70%
Valor pago (pacote de 300g)	acima R\$ 10,00.	29	7,23%
	entre R\$ 5,00 – R\$ 10,00	234	58,35%
	menos de R\$ 5,00	122	30,42%
	nenhum	16	3,99%
Qualidade	maciez	329	42,89%
	qualidade	1	0,13%
	sabor	317	41,33%
	praticidade	2	0,26%
	preço	100	13,04%
	outros	2	0,26%
	nenhum	16	2,09%

Prevalência expressa em porcentagem em relação ao número de respostas. N= 400 para os itens frequência e gasto. N=706 para tipo de pão de leite, N=834 para formato, N=767 para qualidade. A variação do valor de N é por poder marcar mais de uma questão.

Observou-se que 40,7% dos participantes da pesquisa adquirem pães em padarias (Tabela 11). Além disso, verificou-se que 36,33% preferem pães de forma e pagam, em média, entre R\$ 5,00 – R\$ 10,00, com frequência de consumo variando de uma vez ao dia (21,2%) a duas a três vezes por semana (21,95%). De acordo com ITPC (2017), 36% do segmento alimentício é formado por padarias. Segundo a AMIPÃO (2019), os pães doce, tipo leite, hambúrguer e brioche podem ser encontrados com preço médio R\$ 28,00

o quilo, ou seja, R\$ 8,40 um pacote de 300 g. Assim o valor pago pelos participantes da pesquisa está dentro da média do mercado.

Em relação aos atributos de qualidade, observou-se que a maciez e sabor obtiveram maiores frequências, com 42,89% e 41,33%, respectivamente (Tabela 11). Pães de leite são considerados macios devido sua formulação, uma vez que seus ingredientes fornecem um produto macio de sabor doce (MARTINI, ESCOBAR e KAMINSKI, 2016).

7.1.4 Consumo de pães com fermentação natural

Na Tabela 9 estão apresentados os dados sobre o consumo de pães com fermentação natural dos participantes da pesquisa.

Tabela 9: Consumo de pães de fermentação natural dos participantes da pesquisa

Variável	Item	Nº de respostas	%
Consome pães de fermentação natural?	sim	328	82,04%
	não	71	17,71%
	não aplica	1	0,25%
Característica	aroma	199	25,30%
	sabor	294	37,40%
	nenhuma	72	9,10%
	outros	8	1%
Tipo	baguete	182	24,30%
	pães artesanais	223	29,70%
	pães integrais	14	1,90%
	pães rústicos	267	35,60%
	não se aplica	57	7,60%
	outros	7	0,90%
Frequência	1 vez/dia	13	3,20%
	1 vez/semana	43	10,70%
	2 a 3 vezes/semana	35	8,70%
	4 a 6 vezes/semana	11	2,70%
	mais de uma vez/dia	13	3,20%
	nunca	36	9,00%
	raramente	228	56,90%
	sem resposta	21	5,20%
Valor pago	acima R\$ 10,00.	29	7,23%
	entre R\$ 5,00 – R\$ 10,00	234	58,35%
	menos de R\$ 5,00	122	30,42%
	nenhum	16	3,99%
Qualidade	maciez	329	42,89%
	nenhum	16	2,09%
	sabor	317	41,33%
	praticidade	2	0,26%
	preço	100	13,04%
	qualidade	1	0,13%
	outro	2	0,26%

Prevalência expressa em porcentagem em relação ao número de respostas. N= 400 para os itens consomem pães de fermentação natural, frequência e gasto N=573 para características, N=750 para tipo, N=767 para qualidade. A variação do valor de N é por poder marcar mais de uma questão.

Dos participantes, 82,04% da pesquisa relataram que consomem pães de fermentação natural (Tabela 12), sendo que os atributos sabor (37,40%), textura (27,20%) e aroma (25,30%) foram as características mais descritas como motivos de consumo. Segundo Clarke, Schober e Arendt (2002), Cauvain e Young (2009) e Catzeddu (2019) pães de fermentação natural se diferenciam pela produção de ácidos que causam textura e sabor diferentes. O consumo de pães com fermentação natural vem obtendo crescimento

de destaque no mercado brasileiro, sendo também visto como um produto saudável em relação aos demais (SEBRAE, 2017; COSTA *et.al*, 2021).

Ainda, observou-se que 35,6% (Tabela 12) consomem os pães de fermentação natural no formato de pães rústicos, com frequência de consumo variando de raramente (56,9%) a uma vez por semana (10,70%). Além disso, 58,35% dos participantes relataram que pagam entre R\$ 5,00 – R\$10,00 por pães de fermentação natural. Segundo Arnaut (2019), o baixo consumo de pães de fermentação natural em relação àqueles de fermentação comercial é devido a facilidade de encontrar os pães de fermentação comercial, uma vez que os pães de fermentação natural ainda estão em ascensão no mercado brasileiro. Esses pães vêm conquistando o mercado em estabelecimentos dos tipos de *boulangeries*, com conceitos de padarias europeias, onde se encontram pães de fermentação natural nos formatos de pães rústicos, baguetes e denominados artesanais sendo, portanto, divulgadores deste tipo de produto (SEBRAE 2017; PASQUALI e RABELO 2020).

Na Tabela 10 estão apresentados os dados sobre a possibilidade de consumo de pães de leite com fermentação natural.

Tabela 10: Possibilidade de consumo de pães de leite com fermentação natural

Variável	Item	Número de resposta	%
Consumir	Sim	341	85,30%
	Não	10	2,50%
	Talvez	46	11,50%
	sem resposta	3	0,70%
Valor médio de compra (pacote de 300g)	acima R\$ 10,00	49	12,20%
	entre R\$ 5,00 – R\$ 10,00	286	71,30%
	menos de R\$ 5,00	57	14,20%
	sem resposta	9	2,20%

Frequência das características sociodemográficas da amostra dos entrevistados (n=400) com questionário virtual.

Dos participantes da pesquisa, 85,30% expuseram que consumiriam pães de leite com fermentação natural, sendo que 71,30% pagariam entre R\$5,00 e R\$ 10,00 (Tabela 13). A boa aceitação desses pães pode ser visualizada no estudo de Plessas *et al.* (2011), que avaliaram consumidores de padarias na Europa quanto a preferência entre pães de fermentação comercial e natural. Os autores verificaram que os consumidores preferiam os pães fermentação natural por causa sabor e aroma.

6.1.5 Emoções dos participantes quanto ao consumo de pães de leite com fermentação comercial e natural

Na Tabela 11 estão apresentados os dados sobre as emoções dos participantes quanto ao consumo de pães de leite com fermentação comercial e natural.

Tabela 11: Emoções associadas com consumo de pães de leite com fermentação comercial e natural.

Item	Fermentação Natural		Fermentação Comercial	
	Número de respostas	%	Número de respostas	%
Agressivo	3	0,75%	32	4,18%
Arrogante	0	0,00%	2	0,26%
Chato	3	0,75%	9	1,18%
Confiante	8	2,00%	21	2,75%
Criativo	6	1,50%	12	1,57%
Energético	0	0,00%	54	7,06%
Estável	3	0,75%	70	9,15%
Feminino	0	0,00%	7	0,92%
Genuíno	0	0,00%	5	0,65%
Gostoso	189	47,13%	232	30,33%
Masculino	1	0,25%	3	0,39%
pretensioso	2	0,50%	19	2,48%
Reconfortante	2	0,50%	18	2,35%
Saudável	37	9,23%	46	6,01%
Seguro	95	23,69%	137	17,91%
Sensual	2	0,50%	4	0,52%
Sério	0	0,00%	8	1,05%
Sociável	0	0,00%	13	1,70%
Sustentável	0	0,00%	20	2,61%
Único	1	0,25%	15	1,96%
Vibrante	29	7,23%	7	0,92%
Nenhum	20	4,99%	31	4,05%

Prevalência expressa em porcentagem em relação ao número de respostas. N= 401 para os pães de fermentação natural, N=765, para pães de fermentação comercial. A variação do valor de N é por poder marcar mais de uma questão.

A necessidade de entender as emoções do consumidor é importante para o marketing do produto, pois ao mapear como o consumidor se sente em relação ao produto, as empresas conseguem visualizar estratégias de vendas (PORRAL, MANGIN e VEJA, 2020). As emoções são avaliadas de um extremo positivo para negativo, relacionado do prazer ao desagradável, respectivamente (FERRARINI *et al.*, 2010).

Em relação aos resultados das emoções relacionadas ao consumo de pães de leite com fermentação comercial, os mais notáveis foram: gostoso (30,33%), seguro (17,91%), estável (9,15%), energético (7,06%), saudável (6,01%), agressivo (4,18%) e confiante (2,75%). Já em relação às emoções provocadas pelo consumo de pães de fermentação natural, as mais notáveis foram: gostoso (47,13%), seguro (23,69%), saudável (9,23%), confiante (2,00%), estável (0,75%) e agressivo (0,75%).

Os adjetivos gostosos, seguro, estável, confiante e energético são classificados como adjetivos positivos (FERRARINI *et al.*, 2010). A boa aceitação de um alimento é influenciada pela tradição do meio em que vivem (GELLYNK *et al.*, 2009), como por exemplo os pães, que é da cultura brasileira (IBGE, 2020). Agressivo é um adjetivo negativo (FERRARINI *et al.*, 2010). Atualmente, houve uma redução de consumo de pães de farinha branca (IBGE, 2020) uma vez que os consumidores estão preferidos pães com algum tipo de melhoria nutricional, como a utilização de cereais integrais (GELLYNK *et al.*, 2009, IBGE, 2020) e fermentação natural (GIL-CARDOSO *et al.*, 2021). Sendo assim, os consumidores associam adjetivos positivos ao pão de fermentação natural, podendo ser pelo sabor, aroma e valor nutricional (GIL-CARDOSO *et al.*, 2021).

Gellynk *et al.* (2009), realizaram uma pesquisa com 248 cidadãos belgas que relataram o consumo de todos os tipos pães com as seguintes características positivas: associaram pães de fermentação natural com maior qualidade, pães integrais são melhores para uma dieta saudável e, de maneira geral, o pão foi tido como uma boa fonte de energia. Já em relação aos aspectos negativos, os pães foram caracterizados como enfadonhos e desagradáveis, influenciado a propaganda de que pães podem produzir gordura no organismo humano, assim reduzindo o consumo.

7.2 SEGUNDA ETAPA: Avaliação do efeito de substratos e tipos de farinha de trigo sobre características microbiológicas, valores de pH, teores de compostos fenólicos totais, capacidade antioxidante e capacidade fermentativa de fermento natural e seco.

7.2.1 Avaliação microbiológica dos fermentos naturais e comercial

Na Tabela 12 estão apresentadas as médias das contagens de leveduras, de bactérias cultivadas em condições de anaerobiose e aerobiose nos fermentos em estudo.

Tabela 12: Valores médios das contagens de leveduras (Log UFC/g de fermento), e de bactérias cultivadas em condições de anaerobiose de aerobiose nos fermentos naturais e comercial.

Tratamentos	Leveduras (log UFC/g)	Bactérias cultivadas	
		em condição de anaerobiose (log UFC/g)	Bactérias cultivadas em condição de aerobiose (log UFC/g)
FC	10,9 ± 0,19	-	-
BI	8,58 ± 0,01	8,58 ± 0,03	8,66 ± 0,03
II	7,60 ± 0,07	8,87 ± 0,00	8,59 ± 0,02
BA	8,18 ± 0,13	9,22 ± 0,12	9,00 ± 0,00
IA	7,90 ± 0,00	10,13 ± 0,07	10,28 ± 0,13
BM	7,70 ± 0,06	9,78 ± 0,04	9,35 ± 0,00
IM	8,48 ± 0,06	10,18 ± 0,00	10,40 ± 0,02

Nota: n = 2. Médias de log UFC/g ± desvio padrão. Fermento comercial (FC); Fermentos naturais: farinha de trigo branca e iogurte (BI), farinha de trigo integral e iogurte (II), farinha de trigo branca e abacaxi (BA), farinha de trigo de trigo integral e abacaxi (IA), farinha de trigo branca e mosto de cerveja (BM), farinha de trigo integral e mosto de cerveja (IM).

Observou-se que o fermento comercial (FC) apresentou maior contagem de leveduras (10,9 log UFC/g) (Tabela 12). Este fato já era esperado, pois esse fermento é composto por somente leveduras do gênero *Saccharomyces cerevisiae* (CASTRO e MARCELINO, 2012). Entre os naturais, verificou-se que o fermento com farinha de trigo branca e iogurte (BI) apresentou maior contagem de leveduras (8,58 log UFC/g), seguido do fermento IM (farinha de trigo integral e mosto de cerveja) (8,48 logUFC/g).

Em relação à levedura de farinha de trigo branca e iogurte, a simbiose entre bactérias lácticas no iogurte e microrganismos na farinha de trigo branca proporcionou o pico máximo de desenvolvimento de levedura nesta análise, como visto no estudo de Gordún et al. (2015) que constataram que a mistura de farinha de trigo branca com iogurte causou um crescimento mais lento das unidades formadoras de levedura, mas ao final do sétimo dia houve um crescimento exacerbado. No resultado de levedura IM, o mosto proporcionou um melhor meio de crescimento para as leveduras, pois é rico em carboidratos que são preferenciais às leveduras, como maltose e glicose, portanto, os altos teores desses carboidratos auxiliam no crescimento de colônias de levedura (ESTRACANHOLLI, 2012).

Nos fermentos naturais podem-se encontrar bactérias aeróbias (*Pseudomonas sp.*), anaeróbias facultativas (Enterobactérias) e predominantemente bactérias lácticas (APLEVICZ, 2013). A maioria encontrada é dos gêneros *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc* e *Weissella*, sendo *Lactobacillus* o mais encontrado. Para os fermentos elaborados com farinha de trigo, a espécie dominante é a *Lactobacillus sanfranciscensis* (SUGIHARA e MILLER, 197; CORSETTI, 2001; SIRAGUSA *et al.*, 2009; CHAVAN e CHAVAN, 2011) e são gram-positivas, consideradas anaeróbias ou anaeróbias facultativas (SAAD, 2006, BRUNO, 2011, APLEVICZ 2013). Viiard *et al.* (2013) analisaram bactérias lácticas em condições de aerobiose e anaerobiose de fermentos naturais e observaram que algumas como *Lactobacillus helveticus* apresentaram crescimento favorável somente em anaerobiose, e outras bactérias lácticas não houve diferença entre os tratamentos de anaerobiose e aerobiose, sendo assim para que haja diferença de crescimento nos tratamentos sob condições de anaerobiose e aerobiose depende das espécies da microbiota.

As maiores médias de bactérias, em ambas as condições de anaerobiose e aerobiose, foram observadas para a farinha de trigo integral e mosto de cerveja (IM)

(10,18±0,00/10,40 log UFC/g) e o fermento com farinha integral e abacaxi (IA) (10,13±0,07/10,28 log UFC/g). De acordo com Heinio *et al.* (2016), os ingredientes são responsáveis pelo fornecimento da carga microbiana e substratos para a multiplicação dos microrganismos. A farinha de trigo integral possui naturalmente, no farelo, bactérias láticas, provenientes do ambiente de cultivo desses cereais (NEVES *et al.*, 2020). O mesmo acontece com o mosto de cerveja, pois é um filtrado de cereais integrais que além de contribuir com bactérias láticas, tendo também elevado índice glicêmico como substrato (REBELLO, 2009; ALIYU e BALA, 2011). Já o abacaxi, também contém carboidratos com elevado índice glicêmico além de fornecer bactérias láticas, que são naturalmente presentes nessa fruta (CORDENUNSI *et al.*, 2010).

7.2.2 Avaliação do pH, dos teores de compostos fenólicos totais e da capacidade antioxidante de fermentos naturais e comercial

Na Tabela 13 estão apresentados os resultados médios de pH, compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante dos diferentes fermentos em estudo.

Tabela 13: Valores médios de pH, compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante dos fermentos naturais e comercial

Tratamentos	pH	Compostos Fenólicos Totais (mgAGE/g fermento)	Capacidade Antioxidante		
			β -caroteno (% proteção)	DPPH (EC ₅₀ g fermento/g DPPH)	ABTS (μ Mtrolox/g de fermento)
FC	5,70 \pm 0,04 a	0,004 \pm 0,00 b	48,65 \pm 2,31 b	1,36 \pm 0,13 e	58,82 \pm 0,44 a
BI	4,65 \pm 0,04 e	0,19 \pm 0,00 a	49,89 \pm 3,65 b	151,36 \pm 0,50 a	0,01 \pm 0,01 e
II	4,99 \pm 0,01 b	0,23 \pm 0,01 a	44,26 \pm 4,02 b	27,38 \pm 1,51 c	3,46 \pm 0,01 c
BA	4,70 \pm 0,01 d	0,25 \pm 0,06 a	52,08 \pm 2,92 b	150,64 \pm 0,51 a	0,47 \pm 0,20 e
IA	4,78 \pm 0,01 c	0,25 \pm 0,02 a	50,77 \pm 2,92 b	28,28 \pm 0,01 c	3,07 \pm 0,90 c
BM	4,52 \pm 0,01 f	0,21 \pm 0,03 a	57,57 \pm 0,77 a	48,3 \pm 0,35 b	1,83 \pm 0,59 d
IM	4,74 \pm 0,01 c	0,23 \pm 0,01 a	55,96 \pm 2,68 a	15,37 \pm 0,22 d	4,58 \pm 0,09 b

Nota: n = 3. Médias \pm desvio padrão seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Fermento comercial (FC); Fermentos naturais: farinha de trigo branca e iogurte (BI), farinha de trigo integral e iogurte (II), farinha de trigo branca e abacaxi (BA), farinha de trigo integral e abacaxi (IA), farinha de trigo branca e mosto de cerveja (BM), farinha de trigo integral e mosto de cerveja (IM).

Todos os fermentos obtiveram pH abaixo de 7,0, porém o fermento BM (farinha de trigo branca e mosto de cerveja) foi o mais ácido (4,52) ($p \leq 0,05$) (Tabela 13). De acordo com Clarke, Schober e Arendt (2002) e Catzeddu (2019), valores de pH ácidos promovem sabores, aromas característicos dos pães, além de ativarem enzimas proteinases e amilases, modificando a estrutura do pão. Segundo Bruno (2011), as bactérias lácticas presentes em fermentos naturais produzem ácidos orgânicos os quais reduzem o pH. Essa microbiota é influenciada pelos ingredientes do fermento por fornecerem a carga microbiana inicial e carboidratos para a multiplicação dessas bactérias no meio (APLEVICZ, 2013).

Sendo assim, a redução do pH no fermento BM foi a combinação da farinha de trigo branca (B) com o mosto de cerveja (M). O mosto de cerveja é obtido por meio da moagem dos grãos de cereais adicionando água para o intumescimento dos grânulos de amido, deixando-os mais disponíveis. Após esta etapa, a mistura é filtrada carregando bactérias e fonte de carbono para o mosto (ALIYU e BALA, 2011). Ao combinar com a farinha de trigo branca, aumentou-se a fonte de carbono, uma vez que essa farinha possui 88% de carboidratos em sua composição (GUARIENTI, 1993). Também, ao observar a

Tabela 12 verifica-se que os fermentos com farinha de trigo integral resultaram em maior contagem de bactérias, no entanto essa farinha possui efeito tamponante aumentando o pH (SADEGHI *et al.*, 2019), e dentre os fermentos com farinha de trigo branca, o fermento BM (farinha de trigo branca e mosto de cerveja) obteve maior contagem de bactérias (Tabela 12). Então devido a esses fatores, pode-se inferir que a utilização de farinha de trigo branca e mosto de cerveja propiciaram ambiente favorável às bactérias o que ocasionou no aumento da população e, conseqüentemente, no aumento da produção de ácidos e redução do pH.

O fermento comercial (FC) apresentou maior valor de pH (5,70) ($p \leq 0,05$). Isso ocorreu pois os fermentos comerciais possuem leveduras do gênero *Saccharomyces cerevisiae* que produzem pouca quantidade de ácidos, dentre eles o ácido succinico (REZAEI *et al.*, 2014) proporcionando menor queda de pH.

Ainda observou que os fermentos naturais elaborados com farinha de trigo branca obtiveram valores de pH menores quando comparados aos fermentos com o mesmo substrato, mas elaborados com farinha de trigo integral (Tabela 13). Os cereais integrais, como a farinha de trigo integral, possuem capacidade tamponante do farelo de trigo permite o aumento do pH nos fermentos naturais com farinha de trigo integral (SADEGHI *et al.*, 2019) Isso ocorre porque nesse tipo de tamponamento apresentam o meio mineral durante a fermentação que tamponam os ácidos (Gobbetti & Ganzle, 2012).

Resultados semelhantes foram obtidos por Aplevicz (2013) em seus estudos com fermentos naturais elaborados com farinha de trigo branca acrescido de cana-de-açúcar (4,22) ou maçã (4,37) ou uva (4,36). Hansen e Hansen (1993) avaliaram a influência da farinha de trigo branca de baixa qualidade e da farinha de trigo integral na produção de fermento natural, e verificaram que o fermento com farinha de trigo branca obteve maiores valores de acidez e menores pH em relação ao fermento com farinha de trigo integral.

Em relação aos compostos fenólicos observou-se que os fermentos naturais apresentaram médias maiores o que o FC (fermento comercial) ($p \leq 0,05$) (Tabela 14), sendo que não diferiram entre si ($p > 0,05$).

Os compostos fenólicos são substâncias aromáticas hidroxiladas, encontradas naturalmente nos alimentos (DEGÁSPARI e WASZCZYNSKYJ, 2004; SILVA *et al.*,

2010; ACHKAR *et al.*, 2013; ARAÚJO, 2015). São de origem vegetal (TSAMO, MOHAMED e DAKORA *et al.*, 2020), tendo função de pigmentação (SINGH *et al.*, 2019), remoção de radicais livres (KOLEY *et al.*, 2014) e absorção de luz nas plantas (NACZK e SHAHIDI, 2004).

O maior valor de compostos fenólicos para os fermentos naturais está relacionado ao ingrediente de maior proporção, que é a farinha de trigo sendo considerada fonte de compostos fenólicos (SIVAM *et al.*, 2010). Nas farinhas de trigo os compostos fenólicos mais abundantes são os ácidos fenólicos e lignanas (ANGELINO *et al.*, 2017). As farinhas de trigo, tanto a branca quanto a integral, possuem uma fração de fenólicos não biodisponíveis (HUNG *et al.*, 2009), mas a fermentação natural aumenta a biodisponibilidade desses fenólicos uma vez que as enzimas produzidas pelos microrganismos do fermento quebram os ácidos fenólicos insolúveis aumentando sua biodisponibilidade (ANGELINO *et al.*, 2017).

Em relação à capacidade antioxidante, de acordo com a literatura, deve-se utilizar vários métodos para sua determinação em alimentos de origem vegetal e seus subprodutos, visto que existem diversos compostos bioativos, bem como a ocorrência de vários mecanismos antioxidantes. Sendo assim, cada método apresenta um princípio diferente, utilizando diferentes radicais livres e/ou padrões (SOUSA, VIEIRA e LIMA, 2011).

Os compostos antioxidantes são importantes para a saúde humana, pois se ligam aos radicais livres que são gerados diariamente pelo estresse metabólico (YOUNGSON, 1995). Esses radicais são prejudiciais à saúde podendo causar lesões celulares e modificações no DNA (JASKI, LOTÉRIO e SILVA, 2014). Também ocasionam proteção aos alimentos, retardando o sabor e aroma rançoso e despigmentação (GRAY, GOMA e BUCKLEY, 1996).

Pela metodologia de inibição da peroxidação lipídica no sistema β -caroteno/ácido linoleico observou-se que os fermentos elaborados com mosto de cerveja, tanto elaborados com farinha de trigo branca como os elaborados com farinha de trigo integral apresentaram maiores percentuais de proteção que os demais ($p \leq 0,05$). O mosto de cerveja é rico em compostos antioxidantes, como vitaminas do complexo B, vitamina C, melanoides (YANG e GAO, 2021). No estudo de Jehle *et al.* (2011) verificou a

capacidade antioxidante em cervejas e mosto de cerveja, onde observou antioxidantes resistentes, assim sendo difícil a degradação ao longo do tempo.

Ainda, observou-se que o fermento comercial (FC) apresentou maior capacidade antioxidante pelos métodos DPPH e ABTS (Tabela 14). Segundo Hasan (2011), os fermentos comerciais liofilizados desencadeiam a produção de glutatona, produzida a partir das fontes de carbono da glicose e do álcool durante a fermentação (WEN, ZHAN e TAN, 2005). Já em relação aos fermentos naturais, observou-se que o fermento IM (farinha de trigo integral e mosto de cerveja) apresentou maior capacidade antioxidante pelos dois métodos (DPPH e ABTS), inferindo que a utilização de farinha de trigo integral e mosto de cerveja pode ter ocasionado interação entre os compostos com caráter antioxidante presentes nos dois ingredientes, aumentando, assim, a capacidade antioxidante deste fermento.

7.2.3 Avaliação da capacidade fermentativa dos fermentos naturais em diferentes temperaturas

Na Tabela 14 estão os resultados médios da capacidade fermentativa dos tratamentos em diferentes temperaturas.

Tabela 14: Valores médias da avaliação da capacidade fermentativa dos fermentos naturais a 25 °C, 30 °C e 35 °C

Tratamentos	25 °C (mL/h)	30 °C (mL/h)	35 °C (mL/h)
BI	124,5 ± 3,54 Ba	129,25 ± 3,24 Aa	116,00 ± 15,99 Aa
II	36,75 ± 17,32 Cb	121,00 ± 14,14 Aa	97,50 ± 19,80 Aa
BA	87,50 ± 6,36 Ba	72,50 ± 19,09 Aa	92,00 ± 2,83 Aa
IA	203,50 ± 9,19 Aa	107,50 ± 23,13 Ab	86,05 ± 28,17 Ab
BM	173,50 ± 20,31 Aa	131,00 ± 29,70 Ab	101,00 ± 5,66 Ab
IM	118,50 ± 20,50 Ba	132,00 ± 31,11 Aa	152,50 ± 4,95 Aa

Nota: n = 2. Médias ± desvio padrão seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Fermento comercial (FC); Fermentos naturais: farinha de trigo branca e iogurte (BI), farinha de trigo integral e iogurte (II), farinha de trigo branca e abacaxi (BA), farinha de trigo integral e abacaxi (IA), farinha de trigo branca e mosto de cerveja (BM), farinha de trigo integral e mosto de cerveja (IM).

A capacidade fermentativa é a avaliação do desenvolvimento da fermentação ao longo do tempo, podendo ser por meio da mensuração de alguns parâmetros como produção de ácidos, abaixamento do pH, aumento de volume, produção de álcool e de gás, sendo parâmetros importantes para analisar as alterações ocorridas durante a fermentação, desde seu início até o ponto de estabilidade entre o consumo dos metabólitos e os produtos da fermentação (GUTIERREZ, ANNICCHINO e LUCATTI; 1990; QURESHI, MASUD e SAMMI, 2007; SAMAGACI *et al.*, 2014).

O poder de expansão da massa do fermento é dado pela produção de gás carbônico que expande a matriz elástica do glúten formando a estrutura da massa (CASTRO e MARCELINO, 2012). Essa expansão é facilitada pela maturação da rede de glúten, pois determinados produtos, como ácidos orgânicos, melhoram a elasticidade dessa matriz por desencadear a liberação de proteases (PAGANI, MARTI e BOTTEGA, 2014; CATZEDDU, 2019).

Observou-se que houve diferenças entre as capacidades fermentativas dos fermentos somente na temperatura de 25 °C (Tabela 14), sendo que os fermentos IA

(farinha de trigo integral e abacaxi) e BM (farinha de trigo branca e mosto de cerveja) apresentaram maiores valores médios ($p \leq 0,05$), não diferindo entre si.

Segundo Chavan & Chavan (2011), uma temperatura entre 30 °C e 35 °C favorece o crescimento de bactérias lácticas, o que pode elevar a acidez a um ponto de melhora expansiva, uma vez que as farinhas integrais têm maior dificuldade em expandir e melhorar o gás retenção (NAMI *et al.*, 2019). Conforme observado, a capacidade fermentativa da levedura II (farinha de trigo integral e iogurte) aumentou em temperaturas mais elevadas (Tabela 4)

A temperatura ideal para a multiplicação de leveduras é 25 °C (CHAVAN E CHAVAN, 2011), porém Samagaci *et al.* (2014) relataram que algumas leveduras desenvolvem uma resistência melhor ao aumento da temperatura, devido a uma seleção natural entre as mesmas, melhorando a capacidade de liberação de CO₂. A capacidade fermentativa dos fermentos BI (farinha de trigo branca e iogurte), BA (farinha de trigo branca e abacaxi) e IM (farinha de trigo integral e mosto de cerveja) permaneceram constantes com o aumento da temperatura (Tabela 14). Esses fermentos estão entre os fermentos naturais com maior quantidade de leveduras (Tabela 12), assim, pode-se inferir que o aumento da temperatura de fermentação não diminua a multiplicação destes microrganismos.

Já para os fermentos IA (farinha de trigo integral e abacaxi) e BM (farinha de trigo branca e mosto de cerveja) verificou-se que o aumento da temperatura de fermentação provocou diminuição das capacidades fermentativas. De acordo com a Tabela 12, estes fermentos tiveram maiores contagens de bactérias em aerobiose (condição desta análise) e menores contagens de leveduras. De acordo com Chavan e Chavan (2011), as bactérias se reproduzem melhor entre 30 °C e 35 °C. Assim a queda da capacidade fermentativa se relaciona quando ocorre a proliferação de bactérias, principal produto são os ácidos (GORDÚN *et al.*, 2014).

7.3 TERCEIRA ETAPA: Efeito dos fermentos naturais e comercial nas características físicas e na composição proximal de pães de leite após o assamento

7.3.1 Características físicas dos pães de leite elaborados com os diferentes fermentos naturais e comercial

Na Tabela 15 estão apresentados os resultados médios das avaliações físicas das diferentes formulações de pães de leite.

Tabela 15: Valores médios dos parâmetros físicos das diferentes formulações de pães de leite.

Tratamentos	Salto de Forno (mm)	Formato dos Pães	Espessura da Crosta (mm)	Coefficiente de expansão (%)
FC	10,6±1,68 a	1,36±0,14 a	0,74±0,42 b	255,67±19,63 a
BI	9,94±0,42 a	0,62±0,08 c	1,21±0,26 a	126,67±23,09 c
II	7,01±1,32 a	1,26±0,12 a	0,88±0,20 b	167,00±0,00 b
BA	13,81±2,13 a	0,86±0,03 b	1,41±0,40 a	167,00±0,00 b
IA	10,42±2,05 a	0,69±0,05 c	1,40±0,29 a	144,33±19,63 c
BM	10,14±2,63 a	0,68±0,02 c	1,02±0,18 b	126,67±23,09 c
IM	10,62±3,24 a	0,79±0,08 b	1,60±0,61 a	133,00±0,00 c

Nota: n=3. Médias ± desvio padrão seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Fermento comercial (FC); Fermentos naturais: farinha de trigo branca e iogurte (BI), farinha de trigo integral e iogurte (II), farinha de trigo branca e abacaxi (BA), farinha de trigo integral e abacaxi (IA), farinha de trigo branca e mosto de cerveja (BM), farinha de trigo integral e mosto de cerveja (IM).

O salto de forno ocorre durante o aquecimento da massa no forno provocando a dilatação dos gases e a vaporização da água, assim ocorre o aumento rápido do volume do pão, cessando após a gelatinização do amido (BRANDÃO e LIRA, 2011). Não houve diferenças entre os pães elaborados em relação ao salto do forno ($p>0,05$), indicando que a utilização de diferentes fermentos não provocou mudanças do aumento do volume dos pães durante o assamento.

De acordo com Bodroza-Solarov *et al.* (2008) valores de formato dos pães acima de 0,5 indica formato esférico. Desta forma, pode-se observar que todos os pães elaborados apresentaram formato esférico (Tabela 15), sendo que os pães elaborados com fermentos comercial (FC) e com farinha de trigo integral e iogurte (II) apresentaram maiores valores médios ($p \leq 0,05$), não diferindo entre si.

Os pães de leite elaborados com fermento comercial (FC), com farinha de trigo branca e mosto de cerveja (BM) e com farinha de trigo integral e iogurte (II) apresentaram menores valores de espessura da crosta ($p \leq 0,05$), não diferindo entre si. A espessura da crosta está diretamente ligada à umidade, sendo que quanto maior a umidade maior será a espessura da crosta (ERTOP e COSKUN, 2018), uma vez que a crosta é formada conforme a liberação de umidade do interior do pão para o exterior durante o aquecimento no forno, então quanto mais umidade liberar mais espessa será a crosta (BRANDÃO e LIRA, 2011). No estudo de Hayta e Ertop (2019) os autores encontraram valores para espessura da crosta 4,29 mm, 4,27 mm, 3,46 mm e umidade de 39,68%, 38,20% e 38,11%, respectivamente, para os pães elaborados com fermento natural com inoculação de bactérias lácticas, fermento natural não controlado e leveduras liofilizadas. Assim, relacionando os dados da espessura da crosta com os dados da umidade da Tabela 17, observa-se que os resultados do presente estudo estão proporcionais conforme os estudos citados, sendo a umidade fator determinante para a espessura da crosta.

Em relação ao coeficiente de expansão, observou-se que os pães elaborados com fermento comercial (FC) apresentaram maior valor médio ($p \leq 0,05$) (Tabela 15). Pães com maiores coeficientes de expansão são mais aerados e leves (SANTOS, 2006). O fermento comercial obteve melhor resultado em relação aos fermentos naturais por conter somente leveduras potencializadas para produção de CO_2 , assim expandido mais do que os fermentos naturais que é composto por leveduras e bactérias lácticas produzindo menor quantidade de CO_2 (CASTRO e MARCELINO, 2012).

Na Tabela 16 estão apresentados os resultados médios das características físicas das imagens das fatias dos diferentes pães elaborados.

Tabela 16: Valores médios das características físicas das imagens das fatias dos pães elaborados com os fermentos naturais e comerciais.

Tratamentos	Número de alvéolos por cm ²	% de ar	Tamanho médio alvéolos (mm ²)
FC	745,33 ± 48,19a	43,44 ± 1,88d	0,67 ± 0,04d
BI	658,33 ± 28,38b	41,21 ± 0,47e	0,56 ± 0,01d
II	726,67 ± 3,79 a	47,58 ± 0,44 c	5,94 ± 0,09b
BA	379,67 ± 8,50d	36,78 ± 1,38 f	0,77 ± 0,05d
IA	495,33 ± 17,62c	48,34 ± 0,35 c	8,88 ± 0,37 ^a
BM	327,33 ± 7,77e	67,87 ± 0,04a	2,55 ± 0,01c
IM	163,33 ± 16,29f	50,53 ± 2,88 b	2,84 ± 0,42c

Tratamentos	Circularidade(mm)	Perímetro dos alvéolos (mm)	Área total (mm ²)
FC	0,77 ± 0,01c	0,85 ± 0,00c	501,54±27,03d
BI	0,81 ± 0,00a	0,87 ± 0,00a	374,42±12,23e
II	0,24 ± 0,00f	0,85 ± 0,00c	4318,81±39,77b
BA	0,74 ± 0,01d	0,83 ± 0,00d	291,03±11,09f
IA	0,24 ± 0,00f	0,87 ± 0,00a	4395,32±40,23 ^a
BM	0,80 ± 0,00b	0,86 ± 0,00b	835,45±22,23c
IM	0,73 ± 0,00e	0,85 ± 0,00c	458,7±26,12d

Nota: n = 3. Médias ± desvio padrão seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade Fermento comercial (FC); Fermentos naturais: farinha de trigo branca e iogurte (BI), farinha de trigo integral e iogurte (II), farinha de trigo branca e abacaxi (BA), farinha de trigo integral e abacaxi (IA), farinha de trigo branca e mosto de cerveja (BM), farinha de trigo integral e mosto de cerveja (IM).

A qualidade do pão é dada pelo miolo aerado, sendo os alvéolos com distribuição uniforme e simétrico (CORREA, PÉREZ e FERRERO, 2012). Segundo Tasiguano *et al.* (2019), maiores valores médio de contagem alveolar e para porcentagem de ar e menores valores para tamanho médio dos alvéolos demonstram maior capacidade do miolo de reter ar e assim tornando-os macios e volumosos. Do contrário, de acordo com Correa, Pérez e Ferrero (2012), baixo número de alvéolos simboliza um pão duro e pequeno. Ainda, os dados do perímetro, a circularidade, tamanho são correlacionadas

com regularidade e simetria (NEVES *et al.*, 2020). Os perímetros alveolares alto simbolizam maior irregularidade em uma mesma área (CORREA, PÉREZ e FERRERO, 2012) tendo também circularidade como um indicador de formato dos alvéolos (entre 0 e 1), sendo que próximos a 0 correspondem a alvéolos mais alongados e próximos a 1 alvéolos redondos (IGATHINATHANE *et al.*, 2008).

Desta forma, observou-se que os pães elaborados com os fermentos FC (comercial) e II (farinha de trigo integral e iogurte) apresentaram maiores quantidades de alvéolos por cm². Já o pão elaborado com o fermento BM (farinha de trigo branca e mosto de cerveja) apresentou maior porcentagem de ar. Segundo Correa, Pérez e Ferrero (2012), pães com maiores números de alvéolos e maiores porcentagens de ar são considerados macios. Diante disso, pode-se inferir que os pães FC, II e BM foram macios, podendo ser relacionada a capacidade de produzir e reter o CO₂, pois os alvéolos são formados quando ocorre a liberação do gás carbônico e aprisionados na massa fazendo o pão desenvolver seu volume e dando maciez (TASIGUANO *et al.*, 2019).

Em relação à circularidade, observou-se que os pães elaborados feitos com somente farinha de trigo branca (FC, BI, BA, BM), obtiveram alvéolos mais circulares do que pães com farinha integral na formulação dos fermentos (IM, II e IA). Zambelli *et al.*, 2014 relatam que a circularidade é influenciada pela incorporação dos ingredientes, alguns podem dificultar o desenvolvimento da rede de glúten. Pois a farinha de trigo integral possui baixo teor de glúten, a incorporação no pão dificulta no desenvolvimento da rede glúten (TEBBEN *et al.*, 2020).

Em relação ao perímetro dos alvéolos, observou-se que os pães elaborados com os fermentos BI (farinha de trigo branca e iogurte) e IA (farinha de trigo integral e abacaxi) apresentaram maiores valores médios, não diferindo entre si. Correa, Pérez e Ferrero (2012) cita que maiores perímetros se associam a menor regularidade alveolar em uma mesma área.

Os pães elaborados com o fermento IA (farinha de trigo integral e abacaxi) apresentaram maior área total ($p \leq 0,05$). A área alveolar está relacionada a viscosidade lamelar do glúten, conforme valores altos menos viscosidade, auxiliando na expansão dos alvéolos (CORREA, PÉREZ e FERRERO, 2012).

7.3.2 Composição proximal dos pães de leite elaborada com diferentes fermentos naturais e comercial.

Na Tabela 17 estão os resultados médios da composição proximal dos pães de leite elaborados com diferentes fermentos.

Tabela 17: Valores médios da composição proximal dos pães de leite elaborados com os fermentos naturais e comercial.

Tratamentos	Umidade (%)	Carboidratos (%)	Proteínas (%)	Lipídios (%)	Cinzas (%)
FC	26,00 ± 0,00 c	61,38 ± 0,93 a	8,57 ± 0,79 a	2,40 ± 0,14 b	1,65 ± 0,01 a
BI	29,67 ± 1,15 b	57,49 ± 1,48 c	8,99 ± 0,53 a	2,38 ± 0,17 b	1,48 ± 0,01 d
II	26,33 ± 2,52 c	61,95 ± 2,36 a	7,16 ± 1,40 b	2,03 ± 0,18 b	1,53 ± 0,01 c
BA	30,00 ± 1,00 b	56,25 ± 1,22 c	9,01 ± 0,33 a	3,19 ± 0,20 a	1,55 ± 0,03 c
IA	31,67 ± 0,58 a	54,45 ± 0,55 d	9,15 ± 0,58 a	3,15 ± 0,22 a	1,58 ± 0,02 b
BM	29,33 ± 0,58 b	59,11 ± 0,42 b	7,67 ± 0,21 b	2,36 ± 0,37 b	1,53 ± 0,01 c
IM	32,67 ± 0,58 a	55,09 ± 0,05 d	8,51 ± 0,71 a	2,32 ± 0,17 b	1,41 ± 0,01 e

Nota: n = 3. Médias ± desvio padrão seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Fermento comercial (FC); Fermentos naturais: farinha de trigo branca e iogurte (BI), farinha de trigo integral e iogurte (II), farinha de trigo branca e abacaxi (BA), farinha de trigo integral e abacaxi (IA), farinha de trigo branca e mosto de cerveja (BM), farinha de trigo integral e mosto de cerveja (IM).

Os pães produzidos com os fermentos FC (fermento comercial) e II (farinha de trigo integral e iogurte) apresentaram menores valores de umidade e maiores valores de carboidratos (Tabela 17) ($p \leq 0,05$). Os resultados da umidade são inversamente proporcionais aos resultados dos carboidratos, pelo fato dos líquidos solubilizarem os carboidratos (ZAIDIYAH *et al.*, 2020). Na Tabela 16 observa-se que estes fermentos apresentaram maiores áreas das fatias, sinalizando maior evaporação da água (SAPIRSTEIN *et al.*, 2018).

Em relação aos teores de proteínas, os pães elaborados com os fermentos FC (fermento comercial), BI (farinha de trigo branca e iogurte), BA (farinha de trigo branca e abacaxi), IA (farinha de trigo integral e abacaxi) e IM (farinha de trigo integral e mosto

de cerveja) apresentaram maiores valores médios ($p \leq 0,05$) (Tabela 17). Algumas leveduras, como *K. lactis*, *S. cerevisiae* e *C. utilis* aumentam significativamente o valor da proteína, pois durante o crescimento podem sintetizar, além de liberar compostos nitrogenados durante a fermentação, que influenciam no resultado do teor de proteínas (ROMERO-ESPINOZA *et al.*, 2020). No fermento comercial há *S. cerevisiae*. Já nos demais fermentos pode ter ocorrido o desenvolvimento dessas leveduras.

Os pães elaborados com os fermentos BA (farinha de trigo branca e abacaxi) e IA (farinha de trigo integral e abacaxi) apresentaram maiores valores de lipídios ($p > 0,05$) (Tabela 17). Segundo Ganzle, Vermeulen e Vogel (2007), existem bactérias que podem produzir lipídios, como no caso a *L. sanfranciscensis*, podendo este estar em abundância no abacaxi. No abacaxi se encontra *L. citreum*, bactéria leuconostoc (GARCIA, 2017), que possui boa interação com a enzima lipase, esta já presente na farinha de trigo, assim quebrando os lipídios presentes na massa e disponibilizando para o aumento no produto (CAGNO *et al.*, 2003). Favorecido pela complexação amido-lipídio, que impede a ação das enzimas nos demais fermentos (GARCIA, 2013).

Já em relação aos teores de cinzas, os pães de leite elaborados com o fermento FC (fermento comercial) e IM (farinha de trigo integral e mosto de cerveja) apresentaram maiores e menores valores médios, respectivamente ($p \leq 0,05$). As cinzas estão relacionadas a absorção de líquidos, sendo inversamente proporcionais (WANG, FERNANDES e CABRAL, 2000).

7.4 QUARTA ETAPA: Efeitos dos fermentos naturais e comercial nas características microbiológicas, físicas, físico-químicas e sensoriais dos pães de leite durante o armazenamento

7.4.1 Características microbiológicas dos pães de leite elaborados com os fermentos naturais e comercial durante o armazenamento

Na Tabela 18 são apresentadas as médias das contagens de fungos filamentosos e leveduras nos pães de leite em função do tempo de armazenamento e tipo de fermentos.

Tabela 18: Valores médios das contagens (log UFC/g) de fungos filamentosos e leveduras nos pães de leite em função do tempo de armazenamento e tipos de fermentos.

Tratamentos	Tempo (dias)					
	T0	T2	T4	T6	T8	T10
FC	4,11±0,10	4,29±0,02	4,33±0,16	4,23±0,00	*	*
BI	4,24±0,02	4,27±0,15	4,2±0,60	4,50±0,36	*	*
II	4,18±0,17	4,57±0,12	4,02±0,03	4,37±0,30	*	*
BA	4,34±0,03	3,85±0,55	4,7±0,23	4,41±0,00	4,00±0,00	4,78±0,21
IA	4,59±0,21	4,28±0,10	4,54±0,15	3,85±0,09	5,30±0,00	4,92±0,00
BM	4,08±0,10	4,35±0,12	4,44±0,17	3,65±0,13	5,60±0,67	6,62±0,00
IM	4,48±0,20	4,39±0,31	3,98±0,1	4,22±0,38	6,00±0,34	6,20±0,00

*Análise não realizada pois já havia fungos aparentes nos pães.

Nota: n = 2. Fermento comercial (FC); Fermentos naturais: farinha de trigo branca e iogurte (BI), farinha de trigo integral e iogurte (II), farinha de trigo branca e abacaxi (BA), farinha de trigo integral e abacaxi (IA), farinha de trigo branca e mosto de cerveja (BM), farinha de trigo integral e mosto de cerveja (IM).

O prazo de validade dos pães é habitualmente estipulado pela observação visual de aparecimento de fungos (BRASIL, 2012). A contaminação nesse alimento, muitas das vezes, ocorre devido aos próprios ingredientes, principalmente pela farinha de trigo que contém elevada carga de fungos, variando de 73 a 1204 UFC/g (FREIRE, 2011).

De acordo com os dados apresentados na Tabela 18, pode-se observar que até o sexto dia todos os tratamentos apresentaram contagens de fungos filamentosos e leveduras semelhantes. No entanto, a partir do 8 e 10º dia, colônias aparentes desses microrganismos foram observadas para os tratamentos FC (fermento comercial), BI (farinha de trigo branca e iogurte) e II (farinha de trigo integral e iogurte). Dentre os tratamentos avaliados, após 10 dias de estocagem a 25 °C, observou-se contagens mais elevadas 6,62 log UFC/g e 6,20 log UFC/g para os fermentos com mostos de cerveja BM e IM, respectivamente, podendo ser relacionado ao malte o antecessor do mosto de cerveja que possui uma vasta microbiota de fungos, leveduras, bactérias, além de também fornecer nitrogênio para proliferação desses microrganismos (LOWE *et al.*, 2006).

De acordo com Gray e Bemiller (2003) e Limbad *et al.* (2020) a conservação de pães de fermentação natural ocorre devido a presença de ácidos orgânicos, contribuindo para a queda do pH, o que ocasiona a queda da atividade de água e retardando o crescimento dos fungos. Corsetti (2007) relata pH médio de pães elaborados com fermentação natural em torno de 3,8 – 4,6 e Toapanta (2015) cita que pães com fermentação comercial ficam em torno de 5,0 – 5,5. Ao observar a Tabela 22 verifica-se que os pães com menores valores de pH após o assamento (T0) foram os elaborados com os fermentos BA, IA, BM e IM, obtendo, assim, maior vida útil e os com maiores valores de pH FC, BI e II com menor vida útil (Tabela 18).

Observou-se também menores contagens de fungos filamentosos e leveduras após 10 dias de estocagem a 25 °C para os pães elaborados com abacaxi (BA e IA) (Tabela 19). Essa fruta pode ter caráter antifúngico como demonstrado no estudo de Al-dhabi *et al.* (2020) que isolaram cepas *Lactobacillus reuteri* e *Lactobacillus lactis* da polpa do abacaxi e verificaram que produzem ácidos com caráter antifúngico. Sendo assim a utilização do abacaxi pode ter favorecido a qualidade microbiológica dos pães.

7.4.2 Características físicas dos pães de leite elaborados com diferentes fermentos durante o armazenamento

Na Tabela 19 estão apresentados os valores médios de volume específico e densidade aparente dos pães de leite elaborados com diferentes fermentos durante o armazenamento.

Tabela 19: Valores médios de volume específico e densidade aparente dos pães de leite elaborados com os fermentos naturais e comercial durante o armazenamento.

Tratamentos	Tempo (dias)					
	T0	T2	T4	T6	T8	T10
Volume Específico (cm³/g)						
FC	4,16±0,43Aa	3,76±0,02Aa	3,85±0,25Aa	3,77±0,34Aa	*	*
BI	2,11±0,22Ea	2,10±0,50Da	2,21±0,37Da	1,82±0,05Da	*	*
II	3,60±0,27Ba	3,23±0,01Bb	3,01±0,27Bb	2,96±0,36Bb	*	*
BA	2,74±0,09Da	2,62±0,0,1Ca	2,95±0,12Ba	2,87±0,23Ba	3,02±0,22Aa	2,73±0,07Aa
IA	2,55±1,14Da	2,56±0,21Ca	2,48±0,06Ca	2,34±0,22Ca	2,46±0,15Ba	2,38±0,16Ba
BM	2,05±0,24Ea	1,92±0,07Da	1,91±0,08Da	1,82±0,22Da	1,82±0,03Ca	2,10±0,36Ba
IM	3,15±0,01Ca	2,87±0,01Aa	2,71±0,11Cb	2,66±0,30Bb	2,58±0,015Bb	2,55±0,02Ab
Gravidade Aparente (g/cm³)						
FC	0,24±0,29Ca	0,27±0,21Ca	0,26±0,02Ca	0,26±0,02Da	*	*
BI	0,48±0,36Aa	0,49±0,08Aa	0,46±0,08Aa	0,54±0,05Aa	*	*
II	0,33±0,02Ca	0,31±0,03Ca	0,33±0,02Ba	0,34±0,04Ca	*	*
BA	0,36±0,33Ca	0,39±0,55Ba	0,34±0,01Ba	0,35±0,02Ca	0,33±0,07Ba	0,37±0,01Ba
IA	0,39±0,34Ca	0,39±0,05Ba	0,40±0,00Ba	0,43±0,03Ba	0,41±0,16Ba	0,42±0,03Ba
BM	0,49±0,21Aa	0,57±0,05Aa	0,52±0,02Aa	0,55±0,07Aa	0,55±0,36Aa	0,49±0,08Aa
IM	0,39±0,14Ca	0,35±0,02Ba	0,37±0,01Ba	0,38±0,044Ca	0,39±0,01Ba	0,39±0,01Ba

*Dias não analisados pois já havia fungo aparente

Nota: n = 3. Médias ± desvio padrão seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Fermento comercial (FC); Fermentos naturais: farinha de trigo branca e iogurte (BI), farinha de trigo integral e iogurte (II), farinha de trigo branca e abacaxi (BA), farinha de trigo integral e abacaxi (IA), farinha de trigo branca e mosto de cerveja (BM), farinha de trigo integral e mosto de cerveja (IM).

No início do armazenamento, observou-se que os pães de leite elaborados com fermento comercial (FC) apresentaram maior volume específico ($p \leq 0,05$), não sofrendo alteração ao longo do tempo de armazenamento (Tabela 19). O volume do pão está relacionado à produção de CO₂ pelos microrganismos, principalmente pelas leveduras, pois este gás promove a expansão da massa durante o crescimento (MARTINS, OLIVEIRA e SANTOS, 2012). Diante disso, o maior volume específico observado após o assamento para os pães produzidos com fermento comercial (FC) foi provavelmente devido a maior presença de leveduras neste fermento (Tabela 12).

Em relação aos pães de leite elaborados com fermentos naturais, observou-se que ao longo do armazenamento os volumes específicos dos pães elaborados com os

fermentos BI (farinha de trigo branca e iogurte), BA (farinha de trigo branca e abacaxi), IA (farinha de trigo integral e abacaxi) e BM (farinha de trigo branca e mosto de cerveja) também se mantiveram constantes, enquanto aqueles elaborados com os fermentos II (farinha de trigo integral e iogurte) e IM (farinha de trigo integral e mosto de cerveja) diminuíram. A redução do volume é uma alteração física do envelhecimento dos pães, provocada pela migração de água do miolo para casca (DING *et al.*, 2019). Podem ocorrer algumas facilidades para essas perdas de água como relatado por Rinaldi *et al.* (2015), pois baixa contagem de células alveolares facilitam a perda de umidade para a casca do pão, em concordância com IM (farinha de trigo integral e mosto de cerveja), que possui menor quantidade alveolar (Tabela 16).

No início do armazenamento observou-se que os pães de leite elaborados com os fermentos BI (farinha de trigo branca e iogurte) e BM (farinha de trigo branca e mosto de cerveja) apresentaram maiores valores de densidade aparente ($p \leq 0,05$), não diferindo entre si. Além disso, ao longo do armazenamento nenhum tratamento sofreu alteração em relação a este parâmetro. A densidade específica é um dos parâmetros para identificar qualidade do pão pelo espaço dado quando ocorreu a incorporação de gases, seja de ar ou CO₂, é inversamente proporcional ao valor do volume específico (MARTÍNEZ-CERVERA *et al.*, 2012).

7.4.3 Características físico-químicas dos pães de leite elaborados com diferentes fermentos durante o armazenamento

Na Tabela 20 estão os resultados médios dos parâmetros de cor da crosta dos pães de leite elaborados com diferentes fermentos durante o armazenamento.

Tabela 20. Resultados médios dos parâmetros de cor da crosta dos pães de leite elaborados com os fermentos naturais e comercial durante o armazenamento

Tratamentos	Tempo					
	T0	T2	T4	T6	T8	T10
Luminosidade (L*)						
FC	22,65±4,92Bb	22,38±4,41Cb	32,18±6,20Aa	25,77±6,19Ab	*	*
BI	28,05±6,33Aa	29,63±3,82Ba	28,49±5,18Ba	28,57±5,66Aa	*	*
II	30,85±5,19Ab	42,68±4,56Aa	30,12±3,62Ab	20,89±3,65Bc	*	*
BA	21,88±6,12Bc	28,26±3,95Bb	24,35±2,84Cc	27,61±6,61Ab	23,29±3,63Bc	43,20±7,76Ba
IA	15,54±3,25Cd	22,79±2,61Cb	19,42±4,64Dc	23,04±4,92Bb	25,86±8,74Ab	33,86±8,64Ca
BM	20,05±4,49Bc	25,92±5,51Bb	26,85±4,89Bb	28,21±4,35Ab	27,33±5,66Ab	53,59±6,07Aa
IM	13,10±1,82Cd	26,11±3,65Bb	19,21±3,70Dc	23,67±3,35Bb	23,86±4,78Bb	40,93±4,00Ba
Chroma (C*)						
FC	26,25±4,29Bb	26,83±4,89 Ab	32,42±5,80Aa	23,93±7,92Ab	*	*
BI	26,28±4,69Ba	18,93±3,84 Cb	25,26±4,36Ba	25,34±5,91Aa	*	*
II	36,21±9,22Aa	30,61±3,89Ab	32,75±6,82Ab	25,77±3,32Ac	*	*
BA	24,94±5,97Ba	24,57±4,39Ba	18,88±5,19Cb	26,61±5,59Aa	24,27±8,26Aa	33,12±13,13Aa
IA	22,03±5,21Ba	23,52±4,59Ba	16,63±5,22Db	24,50±5,45Aa	20,40±5,59Bb	26,64±8,43Ba
BM	24,48±6,88Bc	27,93±7,18Ab	20,36±3,42Cc	27,96±8,88Ab	22,97±5,10Ac	33,26±7,40Aa
IM	15,89±3,11Cc	21,5±7,56Cb	14,74±3,02Dc	18,55±5,69Bb	17,48±4,27Bc	30,37±11,38Aa
°Hue						
FC	60,52±5,46 Ba	59,52±4,91Ba	57,12±6,27Ba	55,32±6,19Ca	*	*
BI	73,00±8,25 Aa	67,52±11,18Aa	72,63±12,66Aa	70,89±5,27Aa	*	*
II	73,47±4,44 Aa	62,61±6,67Bb	59,31±7,66Bb	63,77±7,26Bb	*	*
BA	70,99±6,55Aa	68,71±8,72Aa	62,39±6,97Bb	65,77±8,00Bb	74,04±13,40Aa	57,68±17,73Bb
IA	69,73±10,11Aa	67,85±11,40Aa	58,13±13,19Bb	62,40±11,17Bb	57,57±13,69Cb	59,96±7,48Bb
BM	78,71±6,13Aa	71,36±11,69Aa	69,35±9,61Aa	71,45±9,63Aa	73,08±5,75Aa	71,82±7,33Aa
IM	50,75±13,48Cb	57,05±14,05Bb	50,85±13,49Cb	50,68±12,04Cb	64,03±10,40Ba	64,61±10,78Ba

*Dias não analisados, pois já havia fungo aparente

Nota: n = 3. Médias ± desvio padrão seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Fermento comercial (FC); Fermentos naturais: farinha de trigo branca e iogurte (BI), farinha de trigo integral e iogurte (II), farinha de trigo branca e abacaxi (BA), farinha de trigo integral e abacaxi (IA), farinha de trigo branca e mosto de cerveja (BM), farinha de trigo integral e mosto de cerveja (IM).

Após o assamento, os pães de leite com crosta mais clara (maior valor de L*) foram os elaborados com os fermentos BI (farinha de trigo branca e iogurte) e II (farinha de trigo integral e iogurte) (Tabela 20), não diferindo entre si, sendo que ao longo do armazenamento houve escurecimento da crosta somente dos pães de leite elaborados com o fermento II.

Os parâmetros da cor da crosta são influenciados, principalmente, pela pigmentação dada pela reação de *Maillard* (KOMELIC *et al.* 2010), sendo que os ácidos produzidos pela fermentação natural favorecem essas reações, deixando cores mais escuras (TORRIERI *et al.*, 2014). Então compreende-se que devido à baixa acidez dos pães elaborados com fermento BI (farinha de trigo branca e iogurte) II (farinha de trigo integral e iogurte) (Tabela 22) ocasionou menor disponibilidade dos carboidratos para as reações de pigmentação. Além disso, observou-se que ao longo do armazenamento, as crostas dos pães elaborados com os fermentos BA, IA, BM e IM clarearam. Segundo Komelic *et al.* (2010) o clareamento da crosta dos pães ao longo do tempo de armazenamento se dá pela perda da pigmentação volátil dada pela reação de *Maillard*.

Em relação ao parâmetro de cor chroma (C*), observou-se que ao longo do tempo de armazenamento os pães de leite com fermentação natural apresentaram cor da crosta vívida no início do armazenamento, com exceção dos pães elaborados com o fermento II (farinha de trigo integral e iogurte), sendo que ao final dos 10 dias de armazenamento os pães de leite elaborados com o fermento IA (farinha de trigo integral e abacaxi) apresentaram maior opacidade ($p \leq 0,05$).

Por meio do ângulo de tonalidade ($^{\circ}H$) pode-se estimar a posição de uma amostra no sólido de cor (MCGUIRE, 1992). Segundo esse sólido, amostras cujos valores estão entre 0° e 25° são consideradas vermelhas, de 25° a 70° laranjas e de 70° a 100° amarelas. Assim, observou-se que as crostas de todos os pães de leite elaborados apresentaram tonalidade amarelo alaranjada durante o armazenamento, sendo que essa tonalidade provavelmente pode estar relacionada a reação de *Maillard* (KOMELIC *et al.*, 2010).

Na Tabela 21 estão os resultados médios dos parâmetros de cor do miolo dos pães de leite elaborados com diferentes fermentos durante o armazenamento.

Tabela 21: Valores médios dos parâmetros de cor do miolo dos pães de leite elaborados com os fermentos naturais e comercial durante o armazenamento.

Tratamentos	Tempo (dias)					
	T0	T2	T4	T6	T8	T10
Luminosidade (L*)						
FC	36,23±6,46Ab	28,70±6,82Bc	50,89±9,09Aa	36,61±8,13Ab	*	*
BI	18,97±4,23Cc	24,45±6,80Cb	29,72±6,21Ba	30,99±5,66Ba	*	*
II	26,82±6,63Bb	48,46±7,53Aa	48,00±7,14Aa	23,93±4,51Cb	*	*
BA	25,80±6,62Bc	28,52±6,46Bc	31,72±5,53Bc	37,55±7,15Ab	26,73±5,98Ac	42,73±8,84Ca
IA	20,321±7,70Cc	25,01±6,69Cb	27,72±4,60Cb	28,03±5,91Bb	25,68±5,45Ab	42,33±14,96Ca
BM	20,14±6,12Cd	25,17±7,53Cc	31,18±7,24Bb	32,48±6,42Ab	28,35±7,64Ab	57,00±10,50Aa
IM	17,20±4,58Cc	30,38±5,27Bb	26,69±4,93Cb	29,69±6,05Bb	30,11±7,86Ab	50,72±5,34Ba
Chroma (C*)						
FC	21,81±6,32Aa	12,15±3,78Bc	18,24±1,64Ab	16,69±3,79Ab	*	*
BI	14,57±5,98Ba	11,45±4,56Ba	12,49±5,77Ba	10,24±3,86Ca	*	*
II	15,60±5,35Ba	15,87±3,09Aa	15,25±1,73Ba	10,70±4,97Cb	*	*
BA	11,20±3,08Bb	11,47±7,62Bb	8,35±5,69Cb	10,96±4,52Cb	16,67±5,91Aa	10,97±5,17Bb
IA	13,16±4,47Ba	9,12±5,23Cb	9,64±5,52Cb	13,11±3,80Ba	11,98±5,32Ba	8,65±3,70Bb
BM	14,24±7,00Ba	7,30±4,14Cb	10,12±5,15Cb	13,47±6,99Ba	11,37±5,12Bb	10,64±7,17Bb
IM	12,76±3,40Ba	9,81±3,14Cb	6,28±4,12Cc	10,92±6,64Cb	6,88±3,22Cc	14,34±8,17Aa
°Hue						
FC	86,77±6,55Aa	88,03±5,72Ba	80,21±3,83Aa	83,90±4,34Ba	*	*
BI	90,71±9,20Aa	85,27±10,21Ba	87,43±20,17Aa	92,98±7,78Aa	*	*
II	86,19±8,71Aa	75,85±8,15Cb	71,89±18,74Bb	78,61±17,66Bb	*	*
BA	93,57±10,93Aa	96,78±20,43Aa	81,45±10,75Ab	85,23±9,07Bb	100,00±36,96Aa	81,39±17,79Ab
IA	90,49±8,64Aa	90,60±12,50Ba	85,55±9,61Aa	89,57±3,88Aa	91,78±19,25Ba	77,31±10,48Ab
BM	92,55±9,89Aa	100,50±21,78Aa	89,10±10,68Aa	90,75±6,56Aa	92,37±8,02Ba	71,68±19,73Ab
IM	87,25±10,31Aa	84,71±17,97Ba	82,82±8,71Aa	82,07±13,03Ba	86,09±17,49Ba	70,60±15,04Ab

*Dias não analisados pois já havia fungo aparente.

Nota: n = 3. Médias ± desvio padrão seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Fermento comercial (FC); Fermentos naturais: farinha de trigo branca e iogurte (BI), farinha de trigo integral e iogurte (II), farinha de trigo branca e abacaxi (BA), farinha de trigo integral e abacaxi (IA), farinha de trigo branca e mosto de cerveja (BM), farinha de trigo integral e mosto de cerveja (IM).

Após o assamento, os pães de leite com miolo mais claro (maior valor de L*) foram os elaborados com os fermentos FC (fermento comercial) (Tabela 21), sendo que ao longo do armazenamento os miolos dos pães de leite elaborados com fermentos naturais ficaram mais claros, com exceção daqueles elaborados com o fermento II (farinha de trigo integral e iogurte), uma vez que não houve mudança em sua luminosidade.

Segundo Popov-Raljic *et al.* (2009) a luminosidade do miolo é influenciada pela cor da farinha de trigo.

Em relação ao parâmetro de cor chroma (C^*), observou-se que logo após o assamento, os pães de leite de fermentação natural apresentaram miolos mais opacos em relação a FC (fermento comercial). Durante o armazenamento, os valores médios de chroma dos miolos dos pães de leite elaborados com os fermentos FC, II, IA e BM diminuíram, apresentando maior opacidade ao final do armazenamento. Segundo Komelic *et al.* (2010), ao longo do armazenamento ocorre redução do número de alvéolos, provocando maior opacidade das amostras.

Segundo a classificação de Mcguire (1992) todos os miolos dos pães de leite elaborados tiveram tonalidade amarela, provavelmente devido à tonalidade da farinha de trigo, uma vez que, de acordo com estudos Miranda *et al.* (2019), que analisaram 20 amostras de farinha de trigo refinada, o valor médio do °hue é 90,46, ou seja, tonalidade amarela.

Na Tabela 22 estão os resultados médios de pH, acidez e umidade dos diferentes pães de leite durante o armazenamento.

Tabela 22: Valores médios de pH, acidez e umidade dos pães de leite elaborados com os fermentos naturais e comercial durante o armazenamento.

Tratamentos	TEMPO (dias)					
	T0	T2	T4	T6	T8	T10
pH						
FC	5,83±0,11Ab	5,92±0,03Aa	5,92±0,02Aa	5,38±0,01Ac	*	*
BI	5,22±0,01Cb	5,12±0,02Cd	5,17±0,01Cc	5,35±0,02Aa	*	*
II	5,35±0,03Ba	5,35±0,02Ba	5,38±0,01Ba	5,36±0,02Aa	*	*
BA	4,96±0,02Db	4,87±0,01Dc	4,91±0,01Dc	5,07±0,01Ba	4,90±0,02Ac	4,79±0,01Ad
IA	4,72±0,00Fb	4,74±0,01Eb	4,74±0,01Eb	4,90±0,01Da	4,34±0,01Cb	4,70±0,00Bb
BM	4,59±0,01Gb	4,63±0,01Fb	4,63±0,01Fb	4,86±0,01Da	4,60±0,09Db	4,57±0,02Cb
IM	4,80±0,01Eb	4,84±0,04Db	4,83±0,01Eb	4,99±0,01Ca	4,82±0,02Bb	4,76±0,03Ac
Acidez (%)						
FC	0,28±0,01Da	0,27±0,03Ca	0,27±0,03Ca	0,27±0,03Ca	*	*
BI	0,43±0,02Ca	0,40±0,01Ba	0,43±0,00Ba	0,40±0,02Ba	*	*
II	0,34±0,02Ea	0,43±0,02Ba	0,44±0,02Ba	0,43±0,02Ba	*	*
BA	0,56±0,03Ba	0,58±0,14Aa	0,58±0,01Aa	0,58±0,14Aa	0,57±0,02Ba	0,56±0,12Ba
IA	0,77±0,03Aa	0,71±0,03Aa	0,71±0,03Aa	0,71±0,03Aa	0,78±0,01Aa	0,79±0,03Aa
BM	0,67±0,01Ba	0,63±0,03Aa	0,63±0,03Aa	0,63±0,03Aa	0,49±0,23Bb	0,72±0,01Aa
IM	0,63±0,03Ba	0,64±0,02Aa	0,63±0,02Aa	0,63±0,02Aa	0,69±0,10Aa	0,67±0,04Aa
Umidade (%)						
FC	26,00±0,00Ba	22,00±0,00Cb	25,33±0,58Ba	20,67± 1,15Cb	*	*
BI	29,67 ±1,15Aa	25,00±1,00Bb	28,00±0,00Ab	32,00± 5,00Aa	*	*
II	26,33± 2,52Bb	33,00±5,00Aa	25,33±1,15Bb	25,34± 4,16Bb	*	*
BA	30,00±1,00Aa	26,67±0,58Bb	26,00±0,00Bb	26,00±0,00Bb	24,33±0,57Ab	24,67±0,58Ab
IA	31,67±0,58Aa	28,33±0,58Bb	27,33± 2,52Bc	25,67± 0,57Bc	25,00±0,00Ac	24,67±0,58Ac
BM	29,33±0,58Aa	27,33±1,15Ba	31,00± 4,35Aa	22,00±1,00Cc	26,33±0,57Ab	25,00±5,00Ab
IM	32,67±0,58Aa	31,33±0,58Ba	29,00±0,00Ab	27,00±0,00Bb	27,33±0,57Ab	26,33±0,58Ab

*Dias não analisados pois já havia fungo aparente

Nota: n = 3. Médias ± desvio padrão seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Fermento comercial (FC); Fermentos naturais: farinha de trigo branca e iogurte (BI), farinha de trigo integral e iogurte (II), farinha de trigo branca e abacaxi (BA), farinha de trigo integral e abacaxi (IA), farinha de trigo branca e mosto de cerveja (BM), farinha de trigo integral e mosto de cerveja (IM).

Após o assamento, observou-se que o pão de leite com valor mais baixo de pH foi o elaborado com o fermento IM (farinha integral e mosto de cerveja) (Tabela 22). Durante a fermentação natural há produção de ácidos orgânicos, levando ao abaixamento do pH (APLEVICZ, 2013). Sendo assim, pode-se inferir que valores maiores de contagem de bactérias no fermento produzirá pães com pH mais baixo, sendo que se observou (Tabela

12) que o fermento IM (farinha de trigo integral e mosto de cerveja) apresentou a maior contagem de bactérias em condições aeróbicas e anaeróbicas do presente estudo. Ao final do armazenamento, observou-se que somente o pH dos pães de leite elaborados com o fermento BI (farinha de trigo branca e iogurte) aumentou. Já o pH dos pães de leite elaborados com os fermentos FC (fermento comercial), BA (farinha de trigo branca e abacaxi) e IM (farinha de trigo integral e mosto de cerveja) diminuíram. Ainda, não houve mudança do pH dos pães de leite elaborados com os fermentos II (farinha de trigo integral e iogurte), IA (farinha de trigo integral e abacaxi) e BM (farinha de trigo branca e mosto de cerveja) no início e final de armazenamento.

Em relação à acidez total, observou-se que no início do armazenamento os pães de leite elaborados com o fermento IA (farinha de trigo integral e abacaxi) apresentaram maior valor ($p \leq 0,05$), porém ao longo do tempo os pães não sofreram influência deste parâmetro.

Os pães elaborados com os fermentos FC (fermento comercial) e II (farinha de trigo integral e iogurte) apresentaram menores valores médios de umidade, não diferindo entre si no início do armazenamento (Tabela 22). No final do armazenamento, observou-se que os valores de umidade dos pães de leite diminuíram, com exceção daqueles elaborados com os fermentos BI (farinha de trigo branca e iogurte) e II (farinha de trigo integral e iogurte) que permaneceram constantes.

7.4.4 Características sensoriais dos pães de leite elaborados com diferentes fermentos durante o armazenamento

7.4.4.1 Teste de aceitação

Na Tabela 23 estão apresentados os valores médios dos atributos sensoriais e intenção de compra dos pães de leite elaborados com diferentes fermentos durante o armazenamento.

Tabela 23 Valores médios dos atributos sensoriais e intenção de compra dos pães de leite elaborados com os fermentos naturais e comercial durante de armazenamento.

Tratamentos	Início	Final	Início	Final	Início	Final	Início	Final	Início	Final
	Aparência		Aroma		Sabor		Textura		Intenção de compra	
FC	7,59±1,40Aa	6,37±1,46Cb	7,31±1,61Aa	6,41±1,59Aa	7,42±1,64Aa	5,84±2,14Cb	7,34±1,62Aa	5,64±1,89Bb	3,71±1,16Aa	2,65±1,37Cb
BI	7,56±1,47Aa	7,25±1,05Aa	7,36±1,37Aa	6,97±1,29Aa	7,47±1,6Aa	6,66±1,72Bb	7,32±1,61Aa	6,39±1,78Ab	3,75±1,08Aa	3,16±1,34Bb
II	6,47±1,97Bb	7,42±1,33Aa	6,35±2,00Bb	6,95±1,48Aa	6,39±2,01Ba	6,76±1,86Ba	6,43±1,88Ba	6,80±1,53Aa	2,91±1,28Bb	3,61±1,20Aa
BA	7,82±0,95Aa	7,41±1,46Aa	7,32±1,13Aa	6,84±1,57Ab	7,45±1,43Aa	6,54±1,97Bb	7,32±1,21Aa	6,02±2,03Bb	3,82±1,11Aa	3,17±1,22Bb
IA	7,01±1,54Ba	6,21±1,70Cb	7,37±1,02Aa	6,64±1,43Ab	7,25±1,36Aa	6,44±1,76Bb	7,34±1,19Aa	5,94±1,61Bb	3,70±1,08Aa	3,05±1,09Bb
BM	8,05±0,94Aa	7,49±1,36Ab	7,77±0,93Aa	7,00±1,28Ab	7,95±0,90Aa	7,32±1,40Ab	7,77±1,02Aa	6,42±1,55Ab	4,12±1,15Aa	3,67±0,96Ba
IM	7,55±1,14Aa	6,8±1,31Bb	7,45±0,97Ab	6,81±1,17Aa	7,47±1,16Aa	5,96±1,99Cb	7,61±0,10Aa	6,44±1,70Ab	3,89±0,98Aa	3,11±1,09Bb

Nota: n = 80. Médias ± desvio padrão seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Fermento comercial (FC); Fermentos naturais: farinha de trigo branca e iogurte (BI), farinha de trigo integral e iogurte (II), farinha de trigo branca e abacaxi (BA), farinha de trigo integral e abacaxi (IA), farinha de trigo branca e mosto de cerveja (BM), farinha de trigo integral e mosto de cerveja (IM).

Observou-se (Tabela 23) que em relação às características de aparência, aroma, sabor e textura, todos os tratamentos receberam pontuação média entre 5,64 e 8,05 durante o armazenamento variando de “indiferente” a “gostei muito” indicando que os provadores aceitaram os pães de leite durante todo o tempo de armazenamento. Ainda, em relação à intenção de compra, observou-se que durante o armazenamento os escores variaram de 2,65 a 3,89 (provavelmente não compraria à provavelmente compraria).

De um modo geral, observou-se que os pães elaborados com o fermento II (farinha de trigo integral e iogurte) apresentaram menor aceitação para todos os atributos sensoriais e menor intenção de compra (Tabela 23) após o assamento, sendo que ao final do armazenamento sua aceitação aumentou.

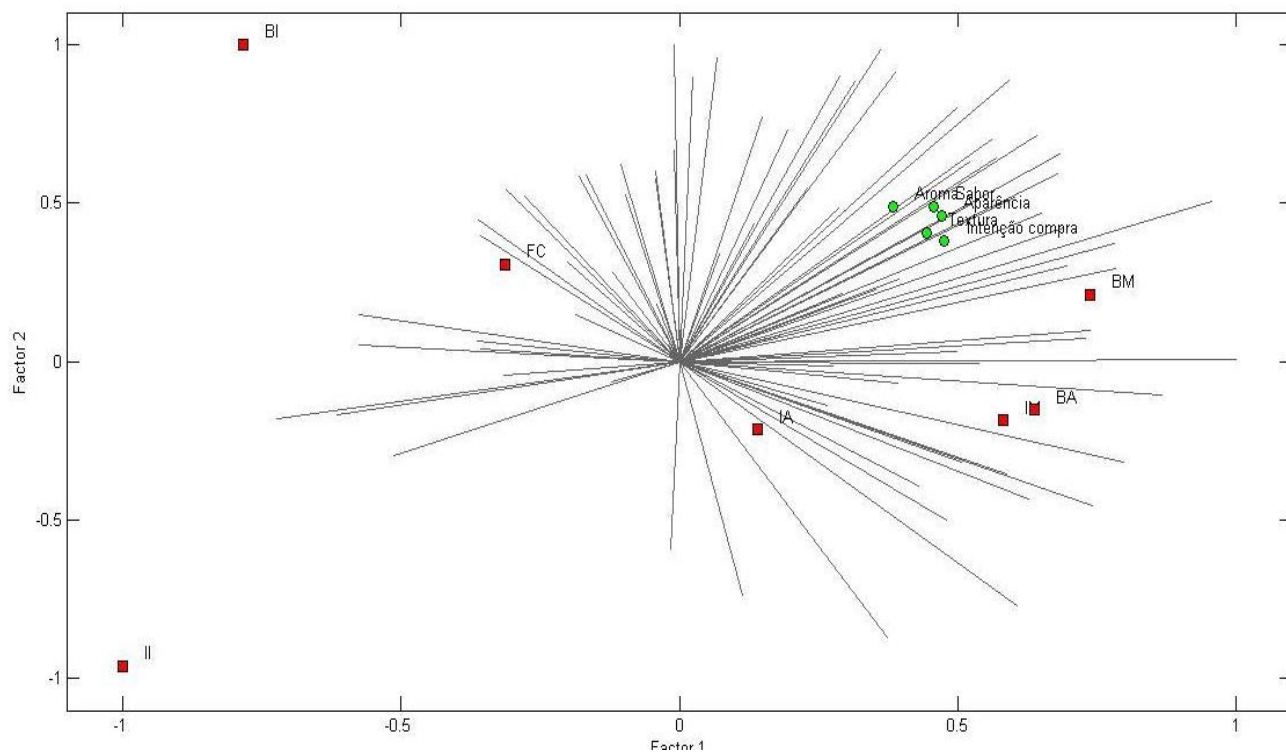
Ao final do armazenamento os pães elaborados com o fermento comercial foi um dos menos aceitos em todos os atributos avaliados, com exceção do aroma que não houve diferença entre os tratamentos.

Os pães elaborados com II (farinha de trigo integral e iogurte) a menor aceitação pode ser inferida por dois fatores, pela farinha de trigo integral que forneceu aspecto de pães integrais, pois possuem a massa escura, dando menos uniformidade ao miolo com aspecto esfarelado, além de acentuar o sabor salgado (JENSEN *et al.* 2011; CONTE *et al.*, 2016). E o outro fator seria pela baixa umidade no início do tempo de armazenamento (Tabela 22), dando mais ênfase ao miolo esfarelado e textura seca, pois segundo Rinaldi *et al.* (2015) quanto mais úmido o pão melhor o frescor do pão. O aumento da aceitação no final do armazenado se relaciona a estabilidade da umidade ao longo do tempo (Tabela 22) em relação aos demais pães, que houve queda.

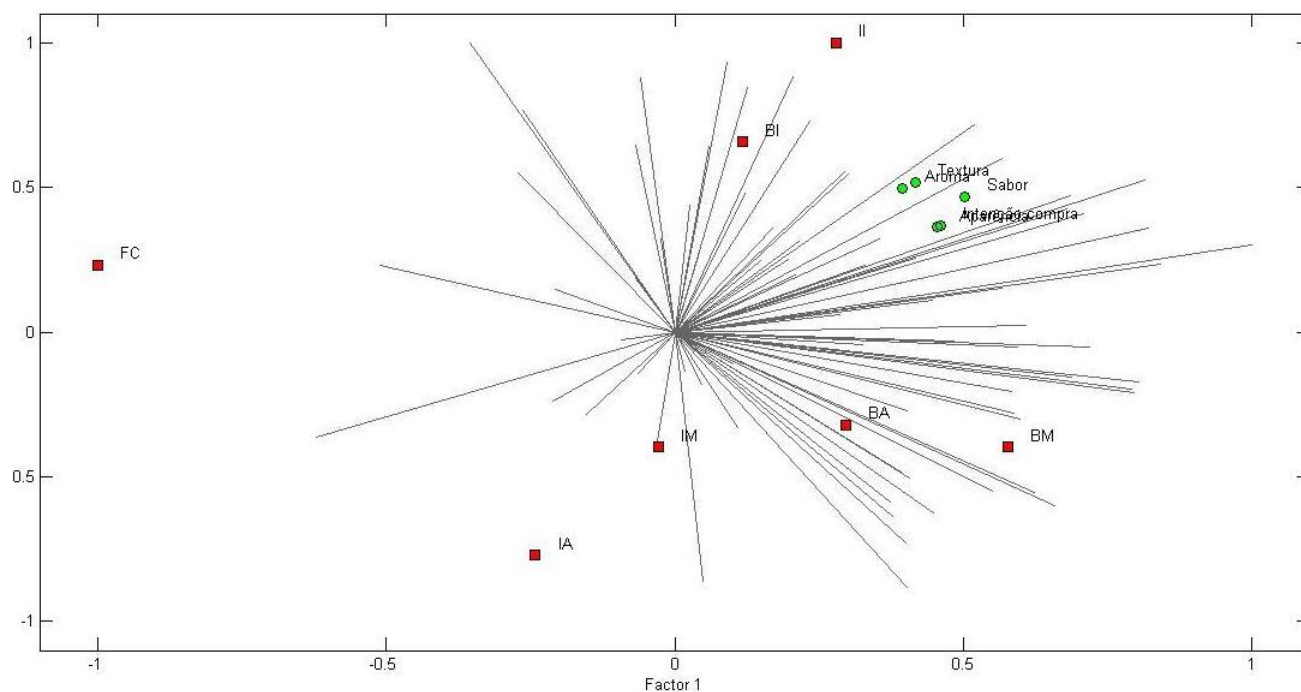
A acidez mais baixa no início do tempo para os pães com FC (fermento comercial) fornece características sensoriais diferentes dos demais, o que reflete nas características físico-químicas (Tabela 22) durante o armazenamento, como perda de umidade (RINALDI *et al.* 2015), aumento da acidez pela rancificação lipídica (JENSEN *et al.*, 2011), menor estabilidade do gel formado durante a cocção (CORSETTI *et al.*, 1998), assim reduzindo a qualidade da textura no final do armazenamento.

Com intuito de verificar a individualidade dos provadores, realizou-se análise multivariada, por meio de mapa de preferência interno de três vias (PARAFAC) para os diferentes pães nos tempos inicial e final (Figura 5).

Figura 5: Mapa de preferência interno de três vias (PARAFAC) para os atributos sensoriais dos pães elaborados com diferentes fermentos em tempo inicial (A) e tempo final (B).



(A)



(B)

Observou-se nas Figura 5A e 5B, nas quais os quadrados representam os pães de leite elaborados com os diferentes tipos de fermentos, os vetores caracterizam os provadores e os círculos reproduzem os atributos avaliados que houve uma mudança no comportamento dos consumidores durante o armazenamento. Essa mudança pode ser pela perda de umidade (GRAY e BEMILLER, 2003; CAUVAIN e YOUNG, 2009) e alteração de pH no tempo final, já que estes aspectos influenciam na textura, sabor e aroma (STEFANELLO *et al.*, 2019).

Os pães de leite menos aceitos do tempo inicial (Figura 5A) foram os elaborados com o fermento BI (farinha de trigo branca e iogurte) e II (farinha de trigo integral e iogurte). Já no tempo final (Figura 5B) os menos aceitos foram os tratamentos FC (fermento comercial) e IA (farinha de trigo integral e abacaxi).

Este resultado foi semelhante aos valores médios dos atributos, entretanto para BI (farinha de trigo branca e iogurte) a baixa aceitação no início do armazenamento é pelo baixo número de alvéolos (Tabela 16) e alta densidade (Tabela 19) uma massa compacta que não agrada os provadores (RINALDI *et al.*, 2015). Já para IA (farinha de trigo integral e abacaxi) apresentou maior influência de perda de umidade (Tabela 22) ao longo do tempo, refletindo uma textura seca do pão no tempo final (RINALDI *et al.*, 2015).

7.4.4.2 Teste descritivo

Aos provadores foi solicitado que marcassem, dentre os 53 termos listados no teste *Check-all-that-apply* (CATA), aqueles que consideraram apropriadas para melhor descrever as qualidades das amostras dos pães de leite elaborados com diferentes fermentos durante os dois tempos analisados de armazenamento, referentes a aparência, aroma, sabor e textura.

As Figuras 6A e 6B mostram a análise de componentes principais (PCA) para os pães de leite elaborados com os diferentes fermentos em relação aos termos descritivos relacionados a aparência, aroma, sabor e textura nos dois tempos de armazenamento.

Figura 6A. Análise de componentes principais para as diferentes formulações de pães de leite elaborados com diferentes fermentos no tempo inicial (A): 1-Aparência característica de pão de leite (massa doce), 2-Aparência característica do pão integral, 3-Alvéolos irregulares, 4-Alvéolos Uniformes, 5-Massa aerada, 6-Formato Uniforme, 7-Formato desregular, 8-Cor da casca mais escura que de pão de leite, 9-Cor da casca característica de pão de leite, 10-Cor caramelo da casca, 11-Cor Marrom escuro da casca, 12-Cor creme da casca, 13-Cor do miolo característico do pão de leite, 14-Cor do miolo escuro, 15-Cor do miolo claro, 16-Cor da casca agradável 17-Cor da casca desagradável, 18-Cor do miolo agradável, 19-Cor do miolo desagradável, 20-Aroma forte de pão de leite, 21-Aroma de fermentado, 22-Aroma de pão cru, 23-Aroma azedo, 24-Aroma ácido, 25-Aroma adocicado, 26-Aroma agradável 27-Aroma desagradável, 28-Aroma ideal de pão de leite, 29-Aroma característico de pão de leite, 30-Sabor Fraco de Pão de leite, 31-Sabor ideal de pão de leite, 32-Sabor Característico de pão de leite, 33-Sabor Adocicado, 34-Sabor Fermentado, 35-Sabor Desagradável, 36-Sabor Amargo, 37-Gosto ácido, 38-Residual de fermento, 39-Sabor Agradável, 40-Crosta dura, 41-Crosta crocante, 42-Miolo úmido, 43-Denso, 44-Miolo Macio, 45-Miolo duro, 46-Crosta grossa, 47-Crosta fina, 48-Granuloso, 49-Casca macia, 50-Casca dura, 51-Pão de leite macio, 52-Pão de leite duro, 53-Textura característica de pão de leite.

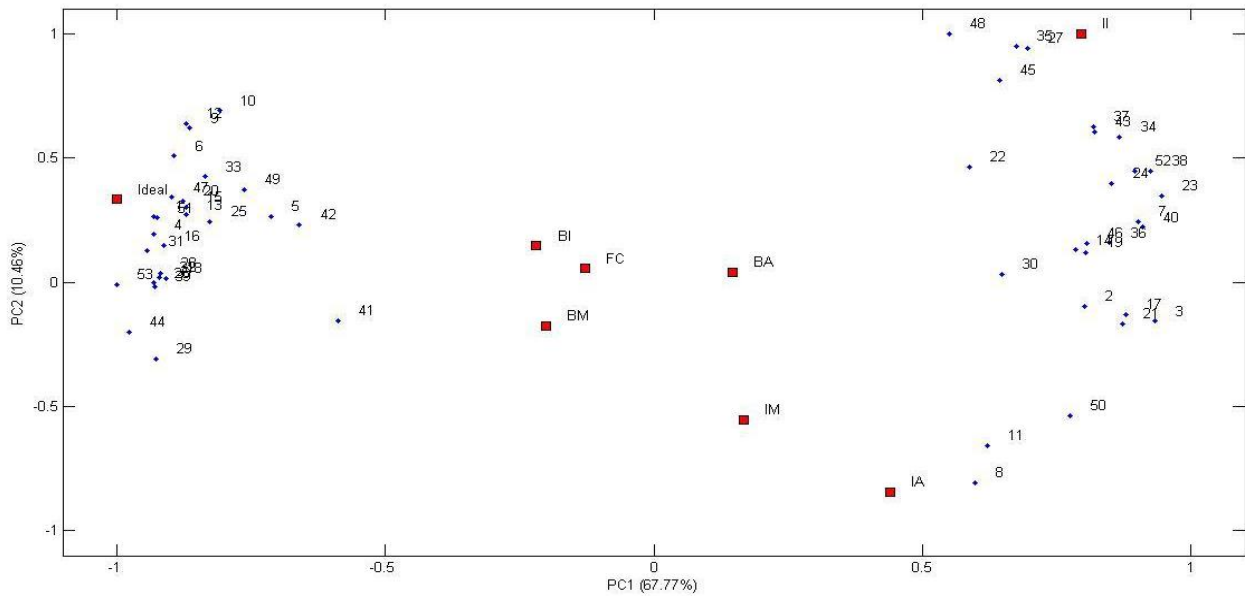
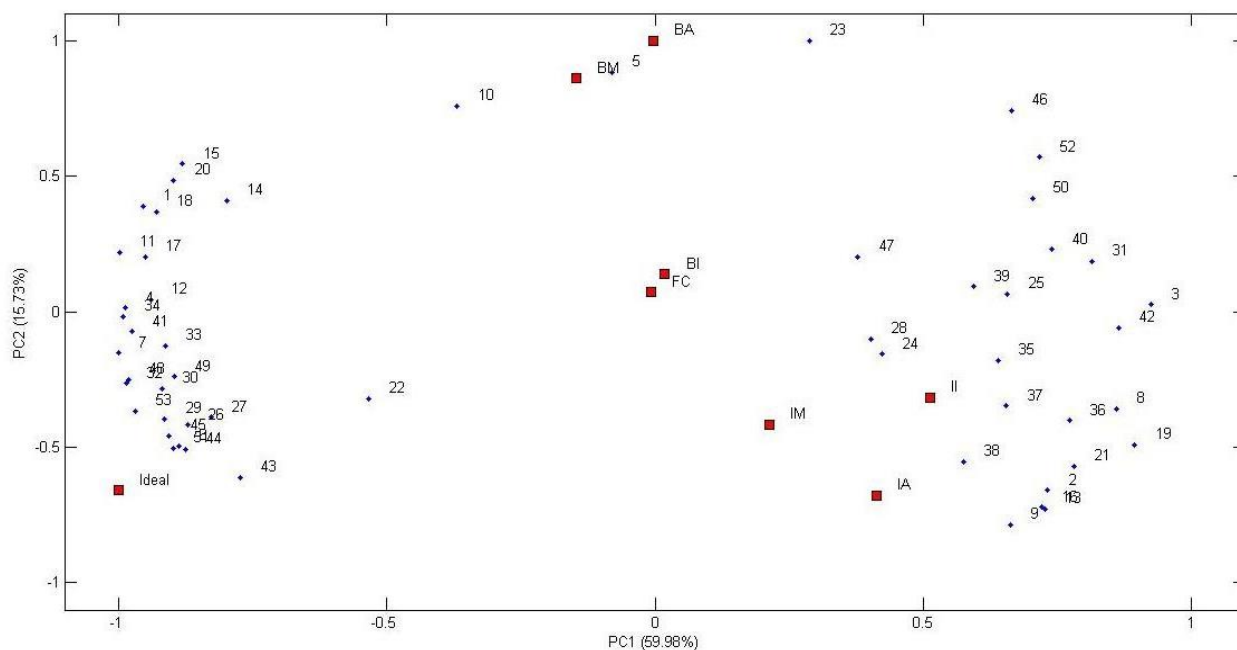


Figura 6 B: Análise de componentes principais para as diferentes formulações de pães de leite elaborados com diferentes fermentos no tempo final(B): 1 - Aparência característica de pão de leite (massa doce), 2 - Aparência Característica do pão integral, 3 - Alvéolos irregulares, 4 - Alvéolos Uniformes, 5 - Massa compacta, 6 - Massa aerada, 7 - Formato Uniforme, 8 - Formato desregular, 9 - Cor da casca mais escura que de pão de leite, 10 - Cor da casca mais clara que de pão de leite, 11 - Cor da casca característica de pão de leite, 12 - Cor caramelo da casca, 13 - Cor Marrom escuro da casca, 14 - Cor creme da casca, 15 - Cor do miolo característico do pão de leite, 16 - Cor do miolo escuro, 17 - Cor do miolo claro, 18 - Cor da casca agradável, 19 - Cor da casca desagradável, 20 - Cor do miolo agradável, 21 - Cor do miolo desagradável, 22 - Aroma Forte de Pão de Leite, 23 - Aroma Fraco de Pão de Leite, 24 - Aroma de Fermentado, 25 - Aroma Azedo, 26 - Aroma Adocicado, 27 - Aroma Agradável, 28 - Aroma Desagradável, 29 - Aroma ideal do pão de leite, 30 - Aroma característico do Pão de Leite, 31 - Sabor Fraco de Pão de leite, 32 - Sabor ideal de pão de leite, 33 - Sabor Característico de pão de leite, 34 - Sabor Adocicado, 35 - Sabor Fermentado, 36 - Sabor Desagradável, 37 - Sabor Amargo, 38 - Sabor queimado, 39 - Gosto ácido, 40 - Residual de fermento, 41 - Sabor Agradável, 42 - Crosta dura, 43 - Crosta crocante, 44 - Miolo úmido, 45 - Miolo Macio, 46 - Miolo duro, 47 - Crosta grossa, 48 - Crosta fina, 49 - Casca macia, 50 - Casca dura, 51 - Pão de leite macio, 52 - Pão de leite duro, 53 - Textura característica de pão de leite.



Observa-se que a análise dos componentes principais explicou adequadamente a variação dos dados para os tempos inicial e final, visto que o somatório de PC1 e PC2 foi acima de 70%.

De acordo com a seleção dos descritores pelos provadores, o pão ideal foi caracterizado nos dois tempos como: “aparência característica de pão de leite (massa doce)”, “miolo macio”, “sabor agradável”, “pão de leite macio”, “aroma agradável”, “sabor ideal de pão de leite”, “sabor adocicado”, “cor do miolo agradável”, “formato uniforme” e “cor da casca agradável”. De acordo com Esteller *et al.* (2004), Martini, Escobar e Kaminski, (2016) pães com adição de açúcar, espera-se possuir maciez, ter casca fina e sabor doce.

Além disso, verifica-se (Figura 5A e 5B) que os provadores caracterizaram o pão elaborado com o fermento II (farinha de trigo integral e iogurte) como mais distante do ideal. Recebendo as seguintes características: “aparência características do pão integral”, “cor do miolo escuro”, “aroma fermentado”, em ambos os tempos.

Jensen *et al.* (2011) avaliaram pães integrais e de farinha refinada ao longo de 3 semanas de estocagem e realizaram análise sensorial pelo método CATA. Os autores verificaram que os pães elaborados com farinha branca foram caracterizados por “possuírem sabor doce”, “gosto de fermentado”, “crosta de sabor torrado”. Já os pães elaborados com farinha de trigo integral foram caracterizados por “sabor de farelo”, “crosta de sabor torrado”, “aroma de fermento”. Ainda, ao final das 3 semanas, esses atributos continuam, porém para os pães elaborados com

farinha integral aumentaram as características da “adstringência”, “sabor seco” e “sabor rançoso”.

8 CONCLUSÃO

A fermentação natural demonstrou ser uma biotecnologia favorável a ser utilizada, pois a combinação das farinhas de trigo branca e farinha de trigo integral com os substratos iogurte ou abacaxi ou mosto de cerveja, influenciaram nas características microbiológica, físico-químicas e físicas dos fermentos e dos pães.

A farinha de trigo integral, abacaxi ou mosto de cerveja forneceu diversidade microbiana, além de fontes de carbono ideais para proliferação das bactérias produzindo maior quantidade de ácidos orgânicos, o que deixou o pH mais baixo. Esses ácidos favoreceram a biodisponibilidade dos compostos fenólicos nos fermentos naturais e paralelamente o mosto de cerveja demonstrou alta proteção pelo método β -caroteno/ácido linoleico, por ser oriundo de cereais que é rico em vitaminas e minerais. Este ingrediente também favoreceu proteção aos métodos DPPH e ABTS, porém o fermento comercial foi maior através de seus metabólitos.

Já as leveduras preferiram ingredientes com maior valor de carboidratos, como a farinha de trigo branca ou mosto de cerveja. Sendo que as leveduras dos fermentos BI (farinha de trigo branca e iogurte), BA (farinha branca e abacaxi) e IM (farinha de trigo integral e mosto de cerveja) foram mais resistentes às mudanças de temperaturas. Assim, para melhor compreensão do desenvolvimento da microbiota, seria necessário contagem de UFC (unidade formadora de colônia) ao longo do tempo e traçar o perfil microbiológico dos ingredientes, como identificação dos gêneros e quais foram resistentes, isolando-as, pois seriam adequadas em uma produção de padarias que muitas não possuem equipamentos adequados para controles de temperatura.

Na pesquisa de mercado, os consumidores demonstraram uma boa aceitação dos pães de leite, além do interesse no consumo de pães de fermentação natural. Os consumidores relacionaram os pães de fermentação natural a um alimento saudável, como já observado com outros autores.

As características físicas (salto de forno, formato dos pães, espessura da crosta, coeficiente de expansão, estrutura alveolar, volume e densidade) dos pães elaborados com fermento comercial apresentaram melhor desenvolvimento, fato constantemente associado aos metabólitos das leveduras selecionadas *Saccharomyces cerevisiae*.

Os ácidos nos pães de fermentação natural foram um fator incisivo nos resultados dos pães. Esses metabólitos possibilitaram a quebra dos carboidratos reduzindo seus valores e aumento a absorção de umidade, que influenciou nos demais resultados da composição próxima, além de deixar os pães mais úmidos, assim mantendo o frescor dos pães. Porém os volumes foram menores, o que aumentou a densidade, assim não favoreceu maior desenvolvimento físicos em relação aos pães de fermentação comercial. Ainda, no aspecto físico, os ácidos também facilitaram o escurecimento dos pães.

Em relação às análises ao longo do tempo, os pães FC (fermento comercial), BI (farinha de trigo branca e iogurte) e II (farinha de trigo integral e iogurte) obtiveram menor tempo de prateleira, sendo justificada pela baixa acidez, fator relacionado para melhor conservação dos pães, concluindo que os pães elaborados com BI (farinha de trigo branca e iogurte) e II (farinha de trigo integral e iogurte) foram semelhantes a FC (fermento comercial). Este resultado demonstrou que houve melhor conservação para os demais pães.

Durante o armazenamento, a acidez reduziu ao longo do tempo para a maioria dos pães, FC (fermento comercial), BA (farinha de trigo branca e abacaxi), IA (farinha de trigo integral e abacaxi) e IM (farinha de trigo integral e mosto de cerveja), fato relacionado que alguns ácidos que são voláteis, também essa volatilização clareou a cor dos pães.

Os pães desse estudo não se aproximaram ao pão ideal, porém foi bem aceito no tempo inicial. Entre os pães de fermentação natural cujos fermentos foram elaborados com farinha branca receberam maiores médias de intenção de compra, principalmente BM (farinha de trigo branca e mosto de cerveja) nos dois tempos avaliados. Assim, relacionando esse pão aos resultados da alta capacidade antioxidante, maior prazo de conservação sendo indicado a produção de pães com fermentos naturais alimentados com mosto de cerveja. No entanto no pão elaborado com BM (farinha de trigo branca de mosto de cerveja) observou-se menor valor de alvéolos e menor volume específico. Estas características são as primeiras vistas pelos consumidores, pois são relacionadas a maciez do pão, sendo necessário estudo para melhorar as leveduras desse fermento, para aumento do volume.

9 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SADEGHI, Alireza; EBRAHIMI, Maryam; MORTAZAVI, Seyed Ali; ABEDFAR, Abbas. Application of the selected antifungal LAB isolate as a protective starter culture in pan whole-wheat sourdough bread. *Food Control*, [S.L.], v. 95, p. 298-307, jan. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.08.013>.

ABEDFAR, A.; HOSSEININEZHAD, M.; CORSETTI, A. Effect of wheat bran sourdough with exopolysaccharide producing *Lactobacillus plantarum* (NR_104573.1) on quality of pan bread during shelf life. *Lwt*, [s.l.], v. 111, p.158-166, ago. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2019.05.025>.

ABIP - Associação Brasileira da Industria Panificação e Confeitaria. **Indicadores da panificação e confeitaria brasileira em 2020**: Desempenho das Panificadoras e Confeitarias Brasileiras em 2020. Disponível em: <https://www.abip.org.br/site/wp-content/uploads/2021/01/Indicadores2020-abip.pdf>

ABIP - Associação Brasileira da Industria Panificação e Confeitaria. **Indicadores da panificação e confeitaria brasileira em 2019**: Desempenho das Panificadoras e Confeitarias Brasileiras em 2019. Disponível em: <https://www.abip.org.br/site/wp-content/uploads/2020/02/INDICADORES-DA-PANIFICA%C3%87%C3%83O-E-CONFEITARIA-EM-2019-2.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2020.

ABIP, Associação Brasileira da Industria de Panificação e Confeitaria. **Visão do Setor de panificação e confeitaria para o futuro**. 2014. Disponível em: <http://www.abip.org.br/site/visao-do-setor-de-panificacao-e-confeitaria-para-o-futuro/> Acesso em: 11 de maio 2019.

ABITRIGO (Brasil) (Org.). **Conhecimento: TRIGO É ENERGIA PARA NOSSO CORPO**. 2019. Disponível em: <<http://www.abitrigo.com.br/conhecimento-trigo.php>>. Acesso em: 21 set. 2019.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 16170 Guia de implementação pão tipo francês**: Diretrizes para avaliação da qualidade e classificação – Rio de Janeiro: ABNT/Sebrae, 2015.

ACHKAR M. T., *et al.* Propriedade antioxidante de compostos fenólicos: importância na dieta

e na conservação de alimentos. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 11, n. 2, p. 398-406, 2013. **Adolf Lutz, Itaquí**, v. 1708, n. 75, p.

ACOSTA, O.; VÍQUEZ, F.; CUBERO, E. Optimization of low-calorie mixed fruit jelly by response surface methodology. *Food Quality and Preference*, Barking v. 19, n. 1, p. 79-85, 2008.

ADAMS, J.; *et al.* Advantages and uses of checkall-that-apply response compared to traditional scaling of attributes for salty snacks. **Pangborn Sensory Science Symposium. Minneapolis, USA**, 12-16, August, 2007.

AGUILAR-USCANGA, B.; FRANCOIS, J.M. A study of the yeast cell wall composition and structure in response to growth conditions and mode of cultivation. **Letters In Applied Microbiology**, [S.L.], v. 37, n. 3, p. 268-274, set. 2003. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1472-765x.2003.01394.x>

AL-DHABI, N. A. *et al.* Probiotic and Antioxidant Potential of Lactobacillus reuteri LR12 and Lactobacillus lactis LL10 Isolated from Pineapple Puree and Quality Analysis of Pineapple-Flavored Goat Milk Yoghurt during Storage. **Microorganisms**, [S.L.], v. 8, n. 10, p. 1461, 23 set. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/microorganisms8101461>

ALIYU, S.; BALA, M. Brewer's spent grain: A review of its potentials and applications. **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 3, p. 324-331, 2011.

ALMEIDA, P. M. **Antecedentes da adoção do hábito alimentar saudável a partir do modelo de crenças em saúde estendido e dos estágios da mudança**. 2019. 116 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Administração, Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/30337>. Acesso em: 12 abr. 2021.

ALUKO, R. E.; MINE, Y. Characterization of oil-in-water emulsions stabilized by hen's egg yolk granule. **Food Hydrocolloids**, [S.L.], v. 12, n. 2, p. 203-210, abr. 1998. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0268-005x\(98\)00031-9](http://dx.doi.org/10.1016/s0268-005x(98)00031-9)

ALVES, R. do N. *et al.* Produção de pão a base de leite de cabra condimentado com diferentes concentrações de açafrão (cúrcuma longa l). **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, Pombal, v. 12, n. 1, p. 18-24, dez. 2018.

AMIPÃO (Belo Horizonte). **PÃO DOCE**:: o coração das padarias brasileiras. O CORAÇÃO

DAS PADARIAS BRASILEIRAS. 2019. Disponível em: <https://portalamipao.com.br/noticias/pao-doce-o-coracao-das-padarias-brasileiras/>. Acesso em: 20 mar. 2021

ANGELINO, D *et al.* Bioaccessibility and bioavailability of phenolic compounds in bread: a review. **Food & Function**, [S.L.], v. 8, n. 7, p. 2368-2393, 2017. Royal Society of Chemistry (RSC). <http://dx.doi.org/10.1039/c7fo00574a>.

ANGELIS, M. De *et al.* VSL#3 probiotic preparation has the capacity to hydrolyze gliadin polypeptides responsible for Celiac Sprue probiotics and gluten intolerance. **Biochimica Et Biophysica Acta (bba) - Molecular Basis Of Disease**, [s.l.], v. 1762, n. 1, p. 80-93, jan. 2006. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bbadis.2005.09.008>.

APLEVICZ, K. S. **Identificação de bactérias lácticas e leveduras em fermento natural obtido a partir de uva e sua aplicação em pães**. 2013. 162 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/107460>. Acesso em: 19 maio 2019.

AQUARONE, E. *et al.* **Biotecnologia industrial: biotecnologia na produção de alimentos**. São Paulo: Blucher, 2001. 523 p.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos: Teoria e Prática**. 6 ed. Viçosa. Editora: UFV, 2015.

ARAÚJO, W.M.C; *et al.* **ALQUIMIA DOS ALIMENTOS**. Série alimentos e bebidas, v. 2. Senac: Brasília, 2008. 560p.

ARENDDT, Elke K. *et al.* Impact of sourdough on the texture of bread. **Food Microbiology**, [S.L.], v. 24, n. 2, p. 165-174, abr. 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fm.2006.07.011>.

ARNAUT, A. N. **DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE PÃO DE FERMENTAÇÃO NATURAL ENRIQUECIDO COM FARINHA DE BAGAÇO DE MALTE**. 2019. 57 f. TCC (Graduação) - Curso de Gastronomia, Tecnologia Rural, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2019. Disponível em: <https://repository.ufrpe.br/handle/123456789/1045>. Acesso em: 03 jun. 2020.

AXEL, C.; ZANNINI, E.; ARENDT, E. K.. Mold spoilage of bread and its biopreservation: A review of current strategies for bread shelf life extension. *Critical Reviews. Food Science And*

Nutrition, [s.l.], v. 57, n. 16, p.3528-3542, 15 mar. 2016. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2016.1147417>.

BERGHOFER, L. K *et al.* Microbiology of wheat and flour milling in Australia. **International Journal Of Food Microbiology**, [S.L.], v. 85, n. 1-2, p. 137-149, ago. 2003. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0168-1605\(02\)00507-x](http://dx.doi.org/10.1016/s0168-1605(02)00507-x)

BEUCHAT, L. R. *et al.* Evaluation of a Culture Film (Petrifilm™ YM) Method for Enumerating Yeasts and Molds in Selected Dairy and High-Acid Foods. **Journal Of Food Protection**, [S.L.], v. 53, n. 10, p. 869-874, 1 out. 1990. International Association for Food Protection. <http://dx.doi.org/10.4315/0362-028x-53.10.869>.

BODROSA-SOLAROV, M. *et al.* QUALITY OF BREAD SUPPLEMENTED WITH POPPEDAMARANTHUS CRUENTUSGRAIN. **Journal Of Food Process Engineering**, [s.l.], v. 31, n. 5, p. 602-618, out. 2008. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1745-4530.2007.00177.x>

BONI, A. de *et al.* Traditions, health and environment as bread purchase drivers: a choice experiment on high-quality artisanal italian bread: A choice experiment on high-quality artisanal Italian bread. **Journal Of Cleaner Production**, [s.l.], v. 221, p. 249-260, jun. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.261>.

BRANDÃO, S. S.; LIRA, H. de L. Técnico em alimentos: **Tecnologia da Panificação e Confeitaria**. Recife: EDUFRPE, 2011. 150p. Disponível em: https://www.abip.org.br/site/wp-content/uploads/2016/03/Tecnologia_de_Panificacao_e_Confeitaria.pdf Acesso em: 20 de junho 2019.

BRASIL. ANVISA: Agência Nacional Vigilância Sanitária. **Guia de boas práticas nutricionais: Pão francês**. Brasil: Anvisa, 2012.

BRASIL. Departamento de Atenção Básica. Secretaria de Atenção À Saúde. **Guia alimentar para a população brasileira**. 2. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2014. 156 p. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf. Acesso em: 14 mar. 2021

BRASIL. **Guia para determinação de prazos de validade de alimentos**: Guia n. 16/2018. 2018. Anvisa - Agência Nacional Vigilância Sanitária Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/5056443/Guia+16_2018+Prazo+de.pdf/e40032da-ea48-42ff-ba8c-a9f6fc7af7af>. Acesso em: 30 jan. 2020.

BRASIL. Rdc Nº 263, de 22 de Setembro de 2005: REGULAMENTO TÉCNICO PARA PRODUTOS DE CEREAIS, AMIDOS, FARINHAS E FARELOS. Brasília: Anvisa - Agência Nacional Vigilância Sanitária, Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0263_22_09_2005.html>. Acesso em: 25 maio 2019.

BRUNO, L. M.. **Manual de Curadores de Germoplasma: micro-organismos: bactéria ácido-lática**. Brasília-df: Embrapa Recurso Genético e Tecnologiaa, 2011. 15 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355163/2005846/doc336-151.pdf/4c82dbc8-73bd-4689-a47e-5819e3f1ffc7>. Acesso em: 20 fev. 2020.

CAGNO, R. di *et al.* Interactions between sourdough lactic acid bacteria and exogenous enzymes: effects on the microbial kinetics of acidification and dough textural properties. **Food Microbiology**, [S.L.], v. 20, n. 1, p. 67-75, fev. 2003. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0740-0020\(02\)00102-8](http://dx.doi.org/10.1016/s0740-0020(02)00102-8).

CAPPELLI, A.; *et al.*, Alessandro. Predictive models of the rheological properties and optimal water content in doughs: an application to ancient grain flours with different degrees of refining. : An application to ancient grain flours with different degrees of refining. **Journal Of Cereal Science**, [s.l.], v. 83, p. 229-235, set. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcs.2018.09.006>.

CAPUANO, E. *et al.* Characterization of the Maillard reaction in bread crisps. **European Food Research And Technology**, [s.l.], v. 228, n. 2, p. 311-319, 1 out. 2008. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00217-008-0936-5>.

CASADO, A. *et al.* Effect of fermentation on microbiological, physicochemical and physical characteristics of sourdough and impact of its use on bread quality. **Czech Journal Of Food Sciences**, [s.l.], v. 35, n. 6, p. 496-506, 20 dez. 2017. Czech Academy of Agricultural Sciences. <http://dx.doi.org/10.17221/68/2017-cjfs>.

CASTRO, M. H. M. M. S.; MARCELINO, M. S.. **Fermentos químicos, biológicos e naturais: dossiê técnico**. Curitiba: Instituto de Tecnologia do Paraná - Tecpar, 2012. 22 p. Disponível em: <http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/Mjc2NjA=>. Acesso em: 30 mar. 2019.

CATZEDDU, P. Sourdough Breads. **Flour And Breads And Their Fortification In Health And Disease Prevention**, [S.L.], p. 177-188, 2019. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1016/b978->

[0-12-814639-2.00014-9](https://doi.org/10.12-814639-2.00014-9)

CAUVAIN, S.p.. Reduced salt in bread and other baked products. **Reducing Salt In Foods**, [s.l.], p. 283-295, 2007. Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1533/9781845693046.3.283>.

CAUVAIN, S.P.; YOUNG, L.S. **Tecnologia da panificação**. 2.Ed. São Paulo: Manole, 2009.

CHAVAN, R S.; CHAVAN, S. R. Sourdough Technology-A Traditional Way for Wholesome Foods: a review: A Review. **Comprehensive Reviews In Food Science And Food Safety**, [s.l.], v. 10, n. 3, p. 169-182, 6 abr. 2011. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1541-4337.2011.00148.x>.

CHIAVARO, E. *et al.* Shelf-life stability of artisanally and industrially produced durum wheat sourdough bread (“Altamura bread”). **Lwt - Food Science And Technology**, [s.l.], v. 41, n. 1, p. 58-70, jan. 2008. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2007.01.018>.

CLARKE, C. I.; SCHOBER, T. J.; ARENDT, E. K. Effect of Single Strain and Traditional Mixed Strain Starter Cultures on Rheological Properties of Wheat Dough and on Bread Quality. **Cereal Chemistry Journal**, [s.l.], v. 79, n. 5, p.640-647, set. 2002. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1094/cchem.2002.79.5.640>.

CONAB. (Org.). Informações agropecuárias. 2019. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro>>. Acesso em: 21 set. 2019.

CONTE, P. *et al.* Techno-functional and nutritional performance of commercial breads available in Europe. **Food Science And Technology International**, [S.L.], v. 22, n. 7, p. 621-633, 9 jul. 2016. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/1082013216637724>.

CORDENUNSI, B. *et al.* Carbohydrate composition of ripe pineapple (cv. Perola) and the glycemic response in humans. **Food Science and Technology**, v. 30, p. 282-288, 2010. doi:10.1590/s0101-20612010000100041.

CORNEA, C. P. *et al.* Incidence of fungal contamination in a Romanian bakery: a molecular approach. **Romanian Biotechnological Letters**, v. 16, n. 1, p. 5863-5871, 2011.

CORREA, M. J.; PÉREZ, G. T.; FERRERO, C.. Pectins as Breadmaking Additives: effect on dough rheology and bread quality. **Food And Bioprocess Technology**, [S.L.], v. 5, n. 7, p. 2889-2898, 30 jun. 2011. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11947-011-0631-6>.

CORSETTI, A. *et al.*. Phenotypic and molecular identification and clustering of lactic acid bacteria and yeasts from wheat (species *Triticum durum* and *Triticum aestivum*) sourdoughs of Southern Italy. **International Journal Of Food Microbiology**, [S.L.], v. 64, n. 1-2, p. 95-104, fev. 2001. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0168-1605\(00\)00447-5](http://dx.doi.org/10.1016/s0168-1605(00)00447-5).

CORSETTI, A. *et al.*. Sourdough Lactic Acid Bacteria Effects on Bread Firmness and Staling. **Journal Of Food Science**, [S.L.], v. 63, n. 2, p. 347-351, 28 jun. 1998. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.1998.tb15739.x>.

CORSETTI, A.; SETTANNI, L. Lactobacilli in sourdough fermentation. **Food Research International**, [s.l.], v. 40, n. 5, p.539-558, jun. 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2006.11.001>

COSTA, C. S. *et al.*. Escore Nova de consumo de alimentos ultraprocessados: descrição e avaliação de desempenho no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 55, 2021.

COSTA, L.F.X. *et al.* Uso de levedura comercial como alternativa para redução do tempo de fermentação de pão sourdough. In: **SIMPÓSIO DE SEGURANÇA ALIMENTAR**, 7., 2020, Porto Alegre. Porto Alegre: Sbcta-Rs, 2020. p. 1-6.

COSTA, P. F. P. da; NOGUCHI, M. L.; CHANG, Y. K. Avaliação microbiológica e estabilidade da farinha de trigo integral e suas frações durante o armazenamento. In: simpósio de alimentos para região sul, 7., 2011, Passo Fundo. **VII Simpósio de Alimentos para região sul**. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2011. v. 7, p. 1-5. Disponível em: <https://www.upf.br/simposiosial/trabalhos-cientificos/anais/vii-sial-2011>. Acesso em: 19 jul. 2021.

CROWLEY, P. *et al.* The effect of storage time on textural and crumb grain characteristics of sourdough wheat bread. **European Food Research And Technology**, [s.l.], v. 214, n. 6, p. 489-496, 1 jun. 2002. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00217-002-0500-7>.

D'ALMEIDA, C. T. dos S. *et al.* Monitoramento da oxidação dos tióis proteicos em grãos de trigo imaturos e de diferentes aptidões tecnológicas. **Semear: Revista de alimentação, nutrição e saúde**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p.31-42, dez. 2019. Semestral.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de alimentos de Fennema**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DEGÁSPARI, C. H.; WASZCZYNSKYJ, N. Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos. *Visão acadêmica*, v. 5, n. 1, 2004.

DEWETTINCK, K. *et al.* Nutritional value of bread: influence of processing, food interaction and consumer perception: Influence of processing, food interaction and consumer perception. **Journal Of Cereal Science**, [s.l.], v. 48, n. 2, p. 243-257, set. 2008. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcs.2008.01.003>.

DING, S. *et al.* Evaluation of specific volume, texture, thermal features, water mobility, and inhibitory effect of staling in wheat bread affected by maltitol. **Food Chemistry**, [S.L.], v. 283, p. 123-130, jun. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.045>.

DUTRA, R. C. de A. Maneiras de fazer, modos de proceder: a tradição reinventada do pão de canela na serra da mantiqueira, minas gerais. **Horizontes Antropológicos**, [S.L.], v. 18, n. 38, p. 237-253, dez. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0104-71832012000200010>.

EGLEZOS, S. Microbiological Quality of Wheat Grain and Flour from Two Mills in Queensland, Australia. **Journal Of Food Protection**, [S.L.], v. 73, n. 8, p. 1533-1536, 1 ago. 2010. International Association for Food Protection. <http://dx.doi.org/10.4315/0362-028x-73.8.1533>.

EL-DASH, A. **Fundamentos da tecnologia de panificação**: tecnologia agroindustrial. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia e Tecnologia. 347p. 1986.

ERTOP, M. H.; COŞKUN, Y. Shelf-life, physicochemical, and nutritional properties of wheat bread with optimized amount of dried chickpea sourdough and yeast by response surface methodology. **Journal Of Food Processing And Preservation**, [S.L.], v. 42, n. 7, p. 1-10, 26 abr. 2018. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/jfpp.13650>

ESTELLER, M. S. *et al.* Uso de açúcares em produtos panificados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [s.l.], v. 24, n. 4, p. 602-607, dez. 2004. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-20612004000400021>.

ESTRACANHOLLI, Éverton Sérgio. **Quantificação óptica de carboidratos e etanol em mosto cervejeiro**. 2012. 144 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa Pós-Graduação Física, Instituto de Física de São Carlos, Universidade São Paulo, São Carlos, 2012.

FERRARINI, R. *et al.* The emotional response to wine consumption. **Food Quality And**

Preference, [S.L.], v. 21, n. 7, p. 720-725, out. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodqual.2010.06.004>.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, [s.l.], v. 38, n. 2, p.109-112, abr. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-70542014000200001>.

FERREIRA, S. M. R.; OLIVEIRA, P. V. de; PRETTO, D. PARÂMETROS DE QUALIDADE DO PÃO FRANCÊS. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, [s.l.], v. 19, n. 2, p. 1-18, 30 dez. 2001. Universidade Federal do Parana. <http://dx.doi.org/10.5380/cep.v19i2.1240>. Food Research International, 60 (2014), pp. 76-85

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da segurança dos alimentos**. Porto Alegre: Artmed, 2013.

FREIRE, F. C. O. **A Deterioração Fúngica de Produtos de Panificação no Brasil**: Comunicado Técnico 174. Fortaleza: Embrapa, 2011. 5 p. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/907492/1/COT11010.pdf>>. Acesso em: 5 jun. 2019

FREY, N. History and development of the modern yeast industry. **Industrial and Engineering Chemistry**, 1930. 22, 1154–1162. Disponível em: https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ie50251a012?casa_token=aPiaxyFLxwAAAAA:mFoEvj0xhZ7nxVOC0Nqre0BcGga2TCx-GvCKSTSubeCy9nvGdFNzjuLDuq0rl6_x7vvH_Lwulg-tMQ Acessado em: 20 de novembro de 2019.

GÄNZLE, M. G.; VERMEULEN, N.; VOGEL, R. F. Carbohydrate, peptide and lipid metabolism of lactic acid bacteria in sourdough. **Food Microbiology**, [s.l.], v. 24, n. 2, p.128-138, abr. 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fm.2006.07.006>.

GARCIA, E. F. **Bactérias lácticas isoladas de subprodutos do processamento de frutas: avaliação do potencial probiótico e viabilidade tecnológicas em sucos de frutas**. 2017. 129 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Engenharia de Alimentos, Universidade Federal Paraíba, João Pessoa, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/12730>. Acesso em: 20 mar. 2021.

GARROTE, G. L.; ABRAHAM, A. G.; ANTONI, G. L. de. Chemical and microbiological characterisation of kefir grains. **Journal Of Dairy Research**, [S.L.], v. 68, n. 4, p. 639-652, nov. 2001. Cambridge University Press (CUP). <http://dx.doi.org/10.1017/s0022029901005210>.

Garcia, M.C., 2013. Caracterização físico-química e estrutural de complexos amido-monoestearato de glicerol em amidos de cereais e a influência da β -ciclodextrina.

GÉLINAS EL-DASH, A; GERMANI, R. **Tecnologia de farinhas mistas**. Brasília: EMBRAPA, 1994. v. 2

GÉLINAS, P. Active Dry Yeast: lessons from patents and science. : Lessons from Patents and Science. **Comprehensive Reviews In Food Science And Food Safety**, [s.l.], v. 18, n. 4, p. 1227-1255, 9 maio 2019. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/1541-4337.12445>

GELLYNCK, X. *et al.* Consumer perception of bread quality. **Appetite**, [s.l.], v. 53, n. 1, p. 16-23, ago. 2009. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.appet.2009.04.002>.

GENNADIOS, A. *et al.* Mechanical and Barrier Properties of Egg Albumen Films. **Journal Of Food Science**, [S.L.], v. 61, n. 3, p. 585-589, maio 1996. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.1996.tb13164.x>.

GHOTRA, B. S; DYAL, S. D; N., Suresh S. Lipid shortenings: a review: a review. **Food Research International**, [s.l.], v. 35, n. 10, p. 1015-1048, jan. 2002. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0963-9969\(02\)00163-1](http://dx.doi.org/10.1016/s0963-9969(02)00163-1).

GIL-CARDOSO, K. *et al.* Consumption of Sourdough Breads Improves Postprandial Glucose Response and Produces Sourdough-Specific Effects on Biochemical and Inflammatory Parameters and Mineral Absorption. **Journal Of Agricultural And Food Chemistry**, [S.L.], v. 69, n. 10, p. 3044-3059, 3 mar. 2021. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/acs.jafc.0c07200>.

GONZÁLEZ, F. D *et al.* **Qualidade do leite bovino: variações no trópico e no subtropico**. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2011. 190 p.

GORDÚN, E. *et al.* Comparison of the microbial dynamics and biochemistry of laboratory sourdoughs prepared with grape, apple and yogurt. **Food Science and Technology International**, v. 21, n. 6, p. 428-439, 2015. <http://dx.doi.org/10.1177/1082013214543033>

GRAY, J.a.; BEMILLER, J.n.. Bread Staling: Molecular Basis and Control. **Comprehensive Reviews In Food Science And Food Safety**, [s.l.], v. 2, n. 1, p.1-21, jan. 2003. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1541-4337.2003.tb00011.x>.

GRAY, J.I.; GOMAA, E.A.; BUCKLEY, D.J.. Oxidative quality and shelf life of meats. **Meat Science**, [S.L.], v. 43, p. 111-123, jan. 1996. Elsevier BV.

GRISWOLD, R. M., **Estudo experimental dos alimentos**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo – EDUSP. (1972) 469 pp

GUARIENTI, E. M. **Qualidade industrial de trigo**. Passo Fundo: Embrapa, 1993. 26 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/119419/1/FOL-05947.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2019.

GUERREIRO, L.. Dossiê Técnico: produção de salsicha. **Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas, Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro**, 2006.

GUERRINI, L. *et al.* The bread making process of ancient wheat: a semi-structured interview to bakers. : A semi-structured interview to bakers. **Journal Of Cereal Science**, [s.l.], v. 87, p. 9-17, maio 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcs.2019.02.006>.

GUTIERREZ, L. E.; ANNICCHINO, A. V. K. O.; LUCATTI, L. Capacidade fermentativa de *Saccharomyces cerevisiae* enriquecida com ácidos graxos. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. 47, n. 2, p. 575-595, 1990.

HANSEN, Å; HANSEN, B.. Influence of Wheat Flour Type on the Production of Flavour Compounds in Wheat Sourdoughs. **Journal Of Cereal Science**, [s.l.], v. 19, n. 2, p.185-190, mar. 1994. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1006/jcrs.1994.1025>.

HASSAN, H. MM. Antioxidant and immunostimulating activities of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) autolysates. **World Appl Sci J**, v. 15, n. 8, p. 1110-9, 2011.

HAYTA, M.; ERTOP, M. H.. Physicochemical, textural and microbiological properties of optimised wheat bread formulations as affected by differently fermented sourdough. **Quality Assurance And Safety Of Crops & Foods**, [S.L.], v. 11, n. 3, p. 283-293, jun. 2019. Codon Publications. <http://dx.doi.org/10.3920/qas2018.1387>.

HEINIÖ, R.L. *et al.* Sensory characteristics of wholegrain and bran-rich cereal foods – A review. **Trends In Food Science & Technology**, [S.L.], v. 47, p. 25-38, jan. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2015.11.002>.

HUG-ITEN, S.; ESCHER, F.; CONDE-PETIT, B.. Structural Properties of Starch in Bread and Bread Model Systems: Influence of an Antistaling α -Amylase. **Cereal Chemistry Journal**, [s.l.], v. 78, n. 4, p.421-428, jul. 2001. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1094/cchem.2001.78.4.42>

HUNG V., P. *et al.* Total phenolic compounds and antioxidant capacity of wheat graded flours by polishing method. **Food Research International**, v. 42, n. 1, p. 185-190, 2009.

IATA- INSTITUTO DE AGROQUÍMICA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS. Paterna: Laboratorio de Cereales y Productos Derivados, 2014.

IBGE (Brasil). Coordenação de Trabalho e Rendimento.. **Pesquisa de orçamentos familiares:** análise do consumo alimentar pessoal no brasil. Rio de Janeiro: Ibge, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/educacao/24786-pesquisa-de-orcamentos-familiares-2.html?edicao=28523&t=publicacoes>. Acessado em: 05 de abril 2021.

IGATHINATHANE, C. *et al.* Shape identification and particles size distribution from basic shape parameters using ImageJ. **Computers And Electronics In Agriculture**, [S.L.], v. 63, n. 2, p. 168-182, out. 2008. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compag.2008.02.007>

IGNÁCIO, A. K. F. *et al.* Efeito da substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio em pão francês. **Brazilian Journal Of Food Technology**, [s.l.], v. 16, n. 1, p. 01-11, 22 mar. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1981-67232013005000010>.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz:** métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 4 ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2008. (série A, Normas e manuais técnicos).

ITPC - INSTITUTO TECNOLÓGICO PANIFICAÇÃO E CONFEITARIA. **PROJEÇÃO DE DESEMPENHO DAS PANIFICADORAS E CONFEITARIAS BRASILEIRAS EM 2017.** 2018. Disponível em: <<http://institutoitpc.org.br/indicadores-do-setor/>>. Acesso em: 11 maio 2019.

JASKI, M.; LOTÉRIO, N.; SILVA, D. A ação de alguns antioxidantes no processo de envelhecimento cutâneo. **Curso de Cosmetologia e Estética da Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI.** Balneário Camboriú: UNIVALE, 2014.

JEHLE, D. *et al.* Characterisation of a stable radical from dark roasted malt in wort and beer. **Food Chemistry**, [S.L.], v. 125, n. 2, p. 380-387, mar. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.09.011>

JENSEN, S. *et al.* Chemical changes in wheat pan bread during storage and how it affects the sensory perception of aroma, flavour, and taste. **Journal Of Cereal Science**, [s.l.], v. 53, n. 2, p. 259-268, mar. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcs.2010.11.007>.

JOHANN, Vanessa Cristina. **O PADRÃO DE QUALIDADE DO PÃO FRANCÊS NA VISÃO DOS CONSUMIDORES DO RIO GRANDE DO SUL.** 2018. 52 f. TCC

(Graduação) - Curso de Engenharia de Alimentos, Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

KOLEY, T. K. *et al.* Evaluation of bioactive properties of Indian carrot (*Daucus carota* L.): a chemometric approach. **Food Research International**, [S.L.], v. 60, p. 76-85, jun. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2013.12.006>.

KOMLENIĆ, D. K. *et al.* Wheat dough rheology and bread quality effected by *Lactobacillus brevis* preferment, dry sourdough and lactic acid addition. **International Journal Of Food Science & Technology**, [S.L.], v. 45, n. 7, p. 1417-1425, 21 jun. 2010. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02282.x>

KULP, K. ; PONTE, J. G.; D'APPOLONIA, Bert L.. Staling of white pan bread: Fundamental causes*. **C R C Critical Reviews In Food Science And Nutrition**, [s.l.], v. 15, n. 1, p.1-48, set. 1981. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/10408398109527311>.

LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of Drying Temperature on the Stability of Polyphenols and Antioxidant Activity of Red Grape Pomace Peels. **Journal Of Agricultural And Food Chemistry**, [S.L.], v. 45, n. 4, p. 1390-1393, abr. 1997. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/jf960282f..>

LARSSON, H. Effect of pH and sodium chloride on wheat flour dough properties: Ultracentrifugation and rheological measurements. **Cereal Chemistry**, v. 79, n. 4, p. 544, 2002. Retrieved from <https://search.proquest.com/docview/230020482?accountid=26630>. Acessado em: 13 de novembro 2019.

LÉTANG, C.; PIAU, M.; VERDIER, C.. Characterization of wheat flour–water doughs. Part I: Rheometry and microstructure. **Journal Of Food Engineering**, [s.l.], v. 41, n. 2, p.121-132, ago. 1999. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/s0260>

LIMBAD, Mansi *et al.* Sensory and Physicochemical Characterization of Sourdough Bread Prepared with a Coconut Water Kefir Starter. **Foods**, [S.L.], v. 9, n. 9, p. 1165, 24 ago. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/foods9091165>.

LOWE, D. P. *et al.* The Influence of Starter Cultures on Barley Contaminated with *Fusarium Culmorum* TMW 4.0754. **Journal Of The American Society Of Brewing Chemists**, [S.L.], v. 64, n. 3, p. 158-165, maio 2006. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1094/asbcj-64-0158>.

MACIEL, A. R. *et al.* Verificação das boas práticas de fabricação em panificadoras da cidade de Marabá, Pará, Brasil. **Scientia Plena**, v. 12, n. 6, 2016.

MANDARINO, J. M. G. **Componentes do trigo: características físico-químicas, funcionais e tecnológicas**. Londrina: Embrapa-cnpso, 1994. 36 p

MARCO, G. A rapid method for evaluation of antioxidants. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.45, p.594-598, 1968.

MARTÍNEZ-CERVERA, S. *et al.* Rheological, textural and sensorial properties of low-sucrose muffins reformulated with sucralose/polydextrose. **LWT-Food Science and Technology**, v. 45, n. 2, p. 213-220, 2012.

MARTINI, N. O.; ESCOBAR, T. D.; KAMINSKI, T. A. Caracterização físico-química de pães do tipo francês, bolacha e de cachorro-quente. **Rev Inst Adolfo Lutz**, v. 75, p. 170, 2016.

MARTINS, J. N.; OLIVEIRA, E. N. Alves de; SANTOS, da C. D. Estudo da absorção de água em misturas de farinhas de trigo de diferentes marcas comerciais. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Mossoró**, v. 7, n. 4, p.201-206, dez. 2012.

MCGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, v. 27, n. 12, p. 1254-1255, 1992.

MEILGAARD, H.; SIDEL, J. L. **Descriptive analysis**. In: STONE, H.; SIDEL, J. L. *Sensory Evaluation Practices*. London: Academic Press, 1985. p. 202-226

MEILGAARD, M. C.; CARR, B. T.; CIVILLE, G. V.. **Sensory Evaluation Techniques**. 4. ed. Boca Raton: Crc, 2006. 464 p

MELO FILHO, A. B. de; VASCONCELOS, M. A. da S. **Química de alimentos**. Recife: Ufrpe, 2011. 78 p. Disponível em: http://pronatec.ifpr.edu.br/wp-content/uploads/2013/06/Quimica_de_Alimentos.pdf. Acesso em: 30 jul. 2019.

MINE, Y.; BERGOUGNOUX, M. Adsorption Properties of Cholesterol-Reduced Egg Yolk Low-Density Lipoprotein at Oil-in-Water Interfaces. **Journal Of Agricultural And Food Chemistry**, [s.l.], v. 46, n. 6, p.2153-2158, jun. 1998. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/jf971063c>.

MIRANDA M. Z., EL-DASH A. Farinha integral de trigo germinado. Características nutricionais e estabilidade ao armazenamento. **Ciênc Tecnol Aliment** 2002;22(3):216-23.

MIRANDA, M. Z. *et al.* Relação entre cor da farinha e do miolo do pão com qualidade tecnológica de trigo. In: **Embrapa Trigo-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 12., 2018, Passo Fundo. Ata e Resumos... Passo Fundo: Projeto Passo Fundo, 2019. Melhoramento, Aptidão Industrial e Sementes, p. 535-539., 2019.

MONDAL, A.; DATTA, A.k.. Bread baking – A review. **Journal Of Food Engineering**, [s.l.], v. 86, n. 4, p. 465-474, jun. 2008. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.11.014>.

MONTEMURRO, M. *et al.* Investigation of the nutritional, functional and technological effects of the sourdough fermentation of sprouted flours. **International Journal Of Food Microbiology**, [s.l.], v. 302, p. 47-58, ago. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.08.005>.

MORITA, N. *et al.* Dough and Baking Properties of High-Amylose and Waxy Wheat Flours. **Cereal Chemistry Journal**, [s.l.], v. 79, n. 4, p. 491-495, jul. 2002. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1094/cchem.2002.79.4.491>.

NACZK, M; SHAHIDI, F. Extraction and analysis of phenolics in food. **Journal of chromatography A**, v. 1054, n. 1-2, p. 95-111, 2004.

NEVES, N de A *et al.* Utilização de fermentação natural e jabuticaba (*Plinia cauliflora*) para melhoria das características de pães de forma. **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 9, n. 11, p. 1-24, 7 dez. 2020. Research, Society and Development. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i11.10552>.

NODARI, M. L. **Elaboração de um Levain comercial a partir de leveduras obtidas de frutas orgânicas**. 2014. 61 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos., Instituto de Ciências e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/129734>. Acesso em: 20 jul. 2019.

NUNES, C. A, PINHEIRO, A. C. M., BASTOS, S. C. Evaluating Consumer Acceptance Tests by Three-Way Internal Preference Mapping Obtained by Parallel Factor Analysis (PARAFAC). **Journal of Sensory Studies**, 26 (2), 167-174, 2011.

NAMI, Yousef; GHAREKHANI, Mehdi; AALAMI, Mehran; HEJAZI, Mohammad Amin. Lactobacillus-fermented sourdoughs improve the quality of gluten-free bread made from pearl

millet flour. **Journal Of Food Science And Technology**, [S.L.], v. 56, n. 9, p. 4057-4067, 22 jun. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s13197-019-03874-8>.

O'BRIEN, R. D. **Fats and oils -Formulating and processing for applications**. Lancaster: Pa. Technomic Pub. Co., 1998. p.7-10, 33-36, 98-108.

OLIVEIRA, D. R. de; ANDRADE, A. P. C. de. Elaboração de pão de forma adicionado de yacon. **Research, Society And Development**, [S.L.], v. 9, n. 8, p. 1-16, 2 jul. 2020. Research, Society and Development. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i8.5481>.

OLIVEIRA, L. C.; ROSELL, C. M.; STEEL, C. J.. Effect of the addition of whole-grain wheat flour and of extrusion process parameters on dietary fibre content, starch transformation and mechanical properties of a ready-to-eat breakfast cereal. **International Journal Of Food Science & Technology**, [S.L.], v. 50, n. 6, p. 1504-1514, 9 mar. 2015. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/ijfs.12778>.

PAGANI, M. A.; MARTI, A.; BOTTEGA, G. Wheat Milling and Flour Quality Evaluation. In: ZHOU, Weibiao *et al.* **Bakery Products: science and technology**. 2. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2014. Cap. 2. p. 20-49.

PATERAS, I. M. C. Bread spoilage and staling In CAUVAIN, S. P.; YOUNG, L. S. **Technology of Breadmaking**, London: Blackie Academic & Professional, 1998. p. 240-261.

PEREIRA, J. *et al.* Função dos ingredientes na consistência da massa e nas características do pão de queijo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [s.l.], v. 24, n. 4, p. 494-500, dez. 2004. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0101-20612004000400003>

PEREIRA, P. A. P. *et al.* Viabilidade da utilização de queijo tipo ricota na elaboração de pão de queijo. **Ciência Rural**, [s.l.], v. 40, n. 11, p. 2356-2360, 12 nov. 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-84782010001100017>.

[PHILLIPI, S. T. Capítulo 5: cereais, massas e pães. In: PHILIPPI, S. T. Nutrição e técnica dietética. 1 ed. São Paulo: Manole, 2003.](#)

PINHEIRO, A. C. M.; NUNES, C. A.; VIETORIS, V. SensoMaker: a tool for sensorial characterization of food products. **Ciência e Agrotecnologia**, [S.L.], v. 37, n. 3, p. 199-201, jun. 2013. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-70542013000300001>.

PIZZINATTO, A.; LEITÃO, R.F.F; VITTI, P. **Curso de panificação**. São Paulo: Secretaria de

Agricultura e Abastecimento/Instituto de Tecnologia de Alimentos, [1990]. 50 p.

PLESSAS, S. *et al.* Application of novel starter cultures for sourdough bread production. **Anaerobe**, v. 17, n. 6, p. 486-489, 2011.

PLESSAS, S. *et al.* Bread making using kefir grains as baker's yeast. **Food Chemistry**, [s.l.], v. 93, n. 4, p. 585-589, dez. 2005. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.10.034>.

POPOV-RALJIĆ, Jovanka *et al.* Investigations of Bread Production with Postponed Staling Applying Instrumental Measurements of Bread Crumb Color. **Sensors**, [S.L.], v. 9, n. 11, p. 8613-8623, 28 out. 2009. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/s91108613>.

PORRAL, C.; LÉVY-MANGIN, J.; RUIZ-VEGA, A. An emotion-based typology of wine consumers. **Food Quality And Preference**, [S.L.], v. 79, p. 103777, jan. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodqual.2019.103777>.

PYLER, E. J. Fundamental of baking technology. **Pyler EJ, Baking Science and Technology, Part three**, v. 2, 1988.

QUAGLIA, G. **Ciencia y tecnología de la panificación**. Zaragoza: Acribia, 1991. 485 p.

QURESHI, S K; MASUD, T; SAMMI, S. Isolation and taxonomic characterization of yeast strains on the basis of maltose utilization capacity for bread making. **International Journal of Agriculture and Biology**, v. 9, n. 1, p. 110-113, 2007.

RABELO, I. F.; PASQUALI, F. B. Projeto de viabilidade econômico-financeira para a implantação da confeitaria lêm doce, na cidade de Içara, santa catarina. **Administração-Tubarão**, 2020.

RAMOS, M.. **O pão nosso de cada dia**. 2006. Publicada por: FIOCRUZ. Disponível em: <http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=817&sid=7&tpl=printerview>. Acesso em: 11 out. 2019.

REBELLO, F F P. Produção de cerveja. **Revista Agrogeoambiental**, v. 1, n. 3, 2009.

REINHARDT, J. C. História e alimentação: uma nova perspectiva. : uma nova perspectiva. **Revista Vernáculo**, Curitiba, v. 3, p. 37-48, 2000. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/vernaculo/issue/view/1013>. Acesso em: 20 mar. 2020.

REINHARDT, J. C. **O PÃO NOSSO DE CADA DBA**: a padaria américa e o pão das gerações

curitibanas. 2002. 153 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em História, Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002. Disponível em: <https://www.acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/25453/D%20-%20REINHARDT%2c%20JULIANA%20CRISTINA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Acesso em: 02 jun. 2019.

REIS, Viviane Costa. **Comportamento do consumidor de padarias**. 2015. 177 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Administração, Una, Belo Horizonte, 2015

REZAEI, M N. *et al.* Harvesting yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) at different physiological phases significantly affects its functionality in bread dough fermentation. **Food microbiology**, v. 39, p. 108-115, 2014.

RINALDI, M. *et al.* Durum and soft wheat flours in sourdough and straight-dough bread-making. **Journal Of Food Science And Technology**, [s.l.], v. 52, n. 10, p. 6254-6265, 7 mar. 2015. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s13197-015-1787-2>.

ROMERO-ESPINOZA, A. M. *et al.* Effects of fermentation with probiotics on anti-nutritional factors and proximate composition of lupin (*Lupinus mutabilis* sweet). **Lwt**, v. 130, p. 109658, 2020.

ROUILLÉ, J; BAIL, A Le; COURCOUX, P. Influence of formulation and mixing conditions on breadmaking qualities of French frozen dough. **Journal Of Food Engineering**, [S.L.], v. 43, n. 4, p. 197-203, mar. 2000. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0260-8774\(99\)00148-x](http://dx.doi.org/10.1016/s0260-8774(99)00148-x).

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CLIXTO, F. D. Metodologia Científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS^{o+}. **Comunicado Técnico online EMBRAPA**. Fortaleza, CE, jul., 2007.

SAAD, S. M. I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, [S.L.], v. 42, n. 1, p. 1-16, mar. 2006. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-93322006000100002>.

SAKANDAR, H. A.; *et al.* Sourdough bread: a contemporary cereal fermented product. **Journal Of Food Processing And Preservation**, [S.L.], v. 43, n. 3, p. 1-15, 9 jan. 2019. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/jfpp.13883>.

SAMAGACI, L. *et al.* Growth capacity of yeasts potential starter strains under cocoa fermentation stress conditions in Ivory Coast. **Emirates Journal Of Food And Agriculture**, [S.L.], v. 26, n. 10, p. 861, 2014. Faculty of Food and Agriculture, United Arab Emirates University. <http://dx.doi.org/10.9755/ejfa.v26i10.18114>.

SANTOS, J. L. P. dos *et al.* Incidence, populations and diversity of fungi from raw materials, final products and air of processing environment of multigrain whole meal bread. **Food Research International**, [S.L.], v. 87, p. 103-108, set. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2016.07.002>.

SANTOS, J. R. U. **DESENVOLVIMENTO DE PÃO DE QUEIJO FUNCIONAL PELA INCORPORAÇÃO DE ISOLADO PROTÉICO DE SOJA E POLIDEXTROSE**. 2006. 319 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologia de Alimentos, Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/256339/1/UclesSantos_JoseRicardo_M.pdf. Acesso em: 20 dez. 2019.

SANZ-PENELLA, J. M.; TAMAYO-RAMOS, J. A.; HAROS, M. Application of Bifidobacteria as Starter Culture in Whole Wheat Sourdough Breadmaking. **Food And Bioprocess Technology**, [s.l.], v. 5, n. 6, p. 2370-2380, 3 mar. 2011. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11947-011-0547-1>.

SAPIRSTEIN, H. *et al.* A study of factors influencing the water absorption capacity of Canadian hard red winter wheat flour. **Journal Of Cereal Science**, [s.l.], v. 81, p. 52-59, maio 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcs.2018.01.012>.

SAURA-CALIXTO, F.. Dietary Fiber as a Carrier of Dietary Antioxidants: an essential physiological function. **Journal Of Agricultural And Food Chemistry**, [S.L.], v. 59, n. 1, p. 43-49, 10 dez. 2010. American Chemical Society (ACS). <http://dx.doi.org/10.1021/jf1036596>

SCANLON, M.g.; ZGHAL, M.c.. Bread properties and crumb structure. **Food Research International**, [s.l.], v. 34, n. 10, p. 841-864, jan. 2001. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0963-9969\(01\)00109-0](http://dx.doi.org/10.1016/s0963-9969(01)00109-0)

SCHEUER, P. M. *et al.* TRIGO: CARACTERÍSTICAS E UTILIZAÇÃO NA PANIFICAÇÃO. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, [s.l.], v. 13, n. 2, p.211-222, 30 jun. 2011. Revista Brasileira de Productos Agroindustriais. <http://dx.doi.org/10.15871/1517-8595/rbpa.v13n2p211-222>.

SCHOBER, T. J.; ARENDT, E. ARENDT K.. Effect of Single Strain and Traditional Mixed Strain Starter Cultures on Rheological Properties of Wheat Dough and on Bread Quality. **Cereal Chemistry Journal**, [s.l.], v. 79, n. 5, p.640-647, set. 2002. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1094/cchem.2002.79.5.640>.

SEBRAE (Brasil). **Painel de Empresas**. 2020. Disponível em: <https://datasebrae.com.br/totaldeempresas-11-05-2020/>. Acesso em: 03 abr. 2021.

SEBRAE. **Tecnologia e Inovação na Panificação e Confeitaria**. Brasília: Itpc e Abip, 2017. <https://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/BA/Anexos/Ind%C3%BAstria%20da%20panifica%C3%A7%C3%A3o.pdf> Acessado em: 20 de maio 2019

SHAN, L. *et al.* Consumer evaluations of processed meat products reformulated to be healthier – A conjoint analysis study. **Meat Science**, [S.L.], v. 131, p. 82-89, set. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.04.239>.

SHITTU, T.a.; RAJI, A.o.; SANNI, L.o.. Bread from composite cassava-wheat flour: i. effect of baking time and temperature on some physical properties of bread loaf. : I. Effect of baking time and temperature on some physical properties of bread loaf. **Food Research International**, [s.l.], v. 40, n. 2, p. 280-290, mar. 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2006.10.012>.

SHUMOY, H. *et al.* Effect of sourdough addition and storage time on in vitro starch digestibility and estimated glycemic index of tef bread. **Food Chemistry**, [s.l.], v. 264, p. 34-40, out. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.05.019>.

SILVA, A. N.; FRÍSCIO, F. C.. A química do pão de fermentação natural e as transformações na nossa relação com o preparo desse alimento. **Quím. Nova Esc**, São Paulo, v. 20, n. , p. 1-12, 2021.

SILVA, G. J. F. *at al.* Formulação e estabilidade de corantes de antocianinas extraídas das cascas de jabuticaba (*Myrciaria ssp.*). **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 21, n. 3, p. 429-436, 2010.

SILVA, R. C. da; GIOIELLI, . A.. Propriedades físicas de lipídios estruturados obtidos a partir de banha e óleo de soja. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, [s.l.], v. 42, n. 2, p.224-235, jun. 2006. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-93322006000200007>.

SINGH, M. *et al.* Valorization of winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus* (L) DC) by evaluation of its antioxidant activity through chemometric analysis. **South African Journal Of Botany**, [S.L.], v. 121, p. 114-120, mar. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sajb.2018.10.026>.

SIRAGUSA, S. *et al.* Taxonomic Structure and Monitoring of the Dominant Population of Lactic Acid Bacteria during Wheat Flour Sourdough Type I Propagation Using *Lactobacillus sanfranciscensis* Starters. **Applied And Environmental Microbiology**, [S.L.], v. 75, n. 4, p. 1099-1109, 15 fev. 2009. American Society for Microbiology. <http://dx.doi.org/10.1128/aem.01524-08>.

SIVAM, A. *et al.* Properties of bread dough with added fiber polysaccharides and phenolic antioxidants: A review. **Journal of food science**, v. 75, n. 8, p. R163-R174, 2010.

SOUKI, G. Q.; REIS, V. C.; MOURA, L. R. C. The behavior of bakery consumers. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 18, n. 1, p. 1-12, 2016.

SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M.; LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de resíduos de polpas de frutas tropicais. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 14, n. 3, p. 202-210, 2011.

SOUZA, C. J. F. de; ROJAS, E. E. G. Emulsion of systems containing egg yolk, polysaccharides and vegetable oil. **Ciência e Agrotecnologia**, [s.l.], v. 36, n. 5, p.543-550, out. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-70542012000500007>.

SROAN, B. S.; BEAN, S. R.; MACRITCHIE, Finlay. Mechanism of gas cell stabilization in bread making. I. The primary gluten–starch matrix. **Journal Of Cereal Science**, [s.l.], v. 49, n. 1, p. 32-40, jan. 2009. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcs.2008.07.003>.

STAUFFER, C. E. **Functional additives for bakery foods**. New York: Avi Books, 1990. 279p.

STEFANELLO, R. F. *et al.* Stability, sensory attributes and acceptance of panettones elaborated with *Lactobacillus fermentum* IAL 4541 and *Wickerhamomyces anomallus*

STOJCESKA, V.; BUTLER, F. Investigation of reported correlation coefficients between rheological properties of the wheat bread doughs and baking performance of the corresponding wheat flours. **Trends In Food Science & Technology**, [s.l.], v. 24, n. 1, p. 13-18, mar. 2012. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2011.09.005>.

STRUCK, S. *et al.* Harald. Sugar replacement in sweetened bakery goods. **International Journal Of Food Science & Technology**, [s.l.], v. 49, n. 9, p. 1963-1976, 1 ago. 2014. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/ijfs.12617>.

SUGIHARA, T. F.; KLINE, Leo; MILLER, M. W.. Microorganisms of the San Francisco Sour Dough Bread Process. **Applied Microbiology**, [S.L.], v. 21, n. 3, p. 456-458, mar. 1971. American Society for Microbiology. <http://dx.doi.org/10.1128/am.21.3.456-458.1971>.

TASIGUANO, B. L. *et al.* Efecto del tiempo de Cocción del Zapallo (Cucurbita maxima) y la adición de Glucosa Oxidasa en el Aumento de Almidón Resistente del Pan de Molde. **Información Tecnológica**, [S.L.], v. 30, n. 3, p. 167-178, jun. 2019. SciELO Agencia Nacional de Investigacion y Desarrollo (ANID). <http://dx.doi.org/10.4067/s0718-07642019000300167>

TEBBEN, L. *et al.* Individual effects of enzymes and vital wheat gluten on whole wheat dough and bread properties. **Journal of Food Science**, v. 85, n. 12, p. 4201-4208, 2020.

TOAPANTA, O. P. T. **Evaluación de pre-fermentos de uvilla, jora, yogurt y levadura en una receta básica de pan artesanal. Riobamba 2014**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

TORRIERI, E. *et al.*. Effect of sourdough at different concentrations on quality and shelf life of bread. **Lwt - Food Science And Technology**, [s.l.], v. 56, n. 2, p. 508-516, maio 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2013.12.005>

TSAMO, A. T.; MOHAMMED, M.; DAKORA, F. D.. Metabolite Fingerprinting of Kersting's Groundnut [*Macrotyloma geocarpum* (Harms) Maréchal & Baudet] Seeds Using UPLC-qTOF-MS Reveals the Nutraceutical and Antioxidant Potentials of the Orphan Legume. **Frontiers in nutrition**, v. 7, 2020.

TUHUMURY, H.c.d.; SMALL, D.m.; DAY, L. The effect of sodium chloride on gluten network formation and rheology. **Journal Of Cereal Science**, [s.l.], v. 60, n. 1, p. 229-237, jul. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcs.2014.03.004>.

VALDEZ, G. F. de. New trends in cereal-based products using lactic acid bacteria. In: MOZZI, Fernanda; RAYA, Raul R.; VIGNOLO, Graciela M.. **Biotechnology of lactic acid bacteria: novel applications**. novel applications. Iowa: Wiley Blackwell, 2010. p. 273-287.

VÁZQUEZ, D.. **APTITUD INDUSTRIAL DE TRIGO**. 177. ed. Montevideo: Unidad de

Comunicación y Transferencia de Tecnología de Inia Andes, 2009. Disponível em: <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/18429130709133540.pdf>.

Acesso em: 20 dez. 2019.

VELHO, L. C. F. L. **Avaliação da retenção de nutrientes aspectos sensoriais e microbiológicos de batata doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) submetida a diferentes métodos de cocção**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)-Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 111p, 2016.

VEYNE, P. **Bread And Circuses: historical sociology and political pluralism**. London: Penguin Books, 1990. 516 p. Tradução de: Brian Pearce.

VIANNA, F. S. V *et al.* **Manual prático de panificação**. São Paulo: Senac São Paulo, 2018. 354 p.

VIIARD, E. *et al.* Evaluation of the microbial community in industrial rye sourdough upon continuous back-slopping propagation revealed *Lactobacillus helveticus* as the dominant species. **Journal Of Applied Microbiology**, [S.L.], v. 114, n. 2, p. 404-412, 12 dez. 2012. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/jam.12045>

VUYST, L. de; VANCANNEYT, M.. Biodiversity and identification of sourdough lactic acid bacteria. **Food Microbiology**, [s.l.], v. 24, n. 2, p. 120-127, abr. 2007. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fm.2006.07.005>.

VUYST, L.; NEYSENS, P. The sourdough microflora: biodiversity and metabolic interactions. : biodiversity and metabolic interactions. **Trends In Food Science & Technology**, [s.l.], v. 16, n. 1-3, p. 43-56, jan. 2005. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2004.02.012>.

WAKELING, I. N.; MACFIE, H. J.H. Designing consumer trials balanced for first and higher orders of carry-over effect when only a subset of k samples from t may be tested. **Food Quality And Preference**, [S.L.], v. 6, n. 4, p. 299-308, jan. 1995. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/0950-3293\(95\)00032-1](http://dx.doi.org/10.1016/0950-3293(95)00032-1)

WANG, S.; FERNANDES, S.; CABRAL, L. Solubilidade de nitrogênio, dispersibilidade de proteína e propriedades emulsificantes dos extratos hidrossolúveis desidratados de arroz e soja. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** vol.20 n.1 Campinas Apr. 2000

WATERHOUSE, A. L. Polyphenolics: Determination of total phenolics. In: Wrolstad, R. E. **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**, v. 11, 2002.

WEN, S.; ZHANG, T.; TAN, T. Optimization of the amino acid composition in glutathione fermentation. **Process Biochemistry**, v. 40, n. 11, p. 3474-3479, 2005.

WILDE, P. **Foam formation in dough and bread quality**. In: CAUVAIN, S.P. (Ed.) In: *Breadmaking: improving quality*. Woodhead Publishing, Cambridge, 2003, 589 p

YANG, D.; GAO, X. Research progress on the antioxidant biological activity of beer and strategy for applications. **Trends in Food Science & Technology**, 2021.

YOUNGSON, R. *Como Combater os Radicais Livres: O Programa de Saúde dos Antioxidantes*. Rio de Janeiro: Campos, 1995. 168p.

YU, H. *et al.* Food safety and food quality perceptions of farmers' market consumers in the United States. **Food Control**, [S.L.], v. 79, p. 266-271, set. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.04.010>.

ZAIDIYAH; L, Y M; PUTRI, C A R G; ROHAYA, S. Physicochemical properties of sourdough bread made from local variety sweet potato and pineapple juice. **Iop Conference Series: Earth and Environmental Science**, [S.L.], v. 425, p. 012079, 8 fev. 2020. IOP Publishing. <http://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/425/1/012079>.

ZAMBELLI, R. A. *et al.* Análise de imagem de pães tipo forma: relação entre a incorporação de pós não-formadores de glúten e a estrutura do miolo. **Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química**, [S.L.], p. 1-7, fev. 2015. Editora Edgard Blücher. <http://dx.doi.org/10.5151/chemeng-cobeq2014-0447-25457-144593>.

ZHAO, C. J. *et al.* Effect of Glutamate Accumulation During Sourdough Fermentation with *Lactobacillus reuteri* on the Taste of Bread and Sodium-Reduced Bread. **Cereal Chemistry Journal**, [S.L.], v. 92, n. 2, p. 224-230, mar. 2015. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1094/cchem-07-14-0149-r>.

ANEXO I

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
OURO PRETO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: CONSUMO DE PÃES DE LEITE DE FERMENTAÇÃO INDUSTRIAL E NATURAL E A PERCEPÇÃO DOS CONSUMIDORES SOBRE ESSES PRODUTOS

Pesquisador: Patricia Aparecida Fimenta Pereira

Área Temática:

Versão: 4

CAAE: 31830820.0.0000.5150

Instituição Proponente: Universidade Federal de Ouro Preto

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.512.992

Apresentação do Projeto:

As informações elencadas nos campos "Apresentação do Projeto", "Objetivos da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas do arquivo Informações Básicas da Pesquisa (PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1675442_E1, de 22/12/2020) e Projeto Detalhado (Projeto_Alterado.docx, de 22/12/2020).

O projeto consiste em um estudo sobre a elaboração de pão de leite, segundo tipo de pão mais consumido no Brasil, por fermentação natural utilizando diferentes fermentos obtidos a partir de diferentes substratos (mosto de cerveja, iogurte natural ou suco de abacaxi) e farinhas de trigo (branca ou integral). O estudo consistirá de duas etapas, sendo que, na primeira etapa, serão elaborados os fermentos naturais e estes avaliados quanto sua capacidade fermentativa e contagem de bactérias lácticas e leveduras e, na segunda etapa, serão elaborados os pães de leite utilizando fermentação natural e fermentação natural os quais serão avaliados em relação às características físicas e sensoriais, alterações físico-químicas e microbiológicas durante o tempo de armazenamento. Os pães serão avaliados quanto à sua aceitação e intenção de compra por 100 provadores não-treinados, consumidores de pães, e ao seu perfil sensorial por uma equipe treinada composta por 15 provadores.

Metodologia:

Endereço: Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, PROPPi, Centro de Convergência, Campus Universitário
Bairro: Morro do Cruzeiro **CEP:** 35.400-000
UF: MG **Município:** OURO PRETO
Telefone: (31)3559-1368 **E-mail:** cep.propp@ufop.edu.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
OURO PRETO



Continuação do Parecer: 4.512.992

Outros	Ficha.docx	07/05/2020 17:07:02	Patrícia Aparecida Pimenta Pereira	Aceito
Orçamento	Custos.docx	07/05/2020 17:08:20	Patrícia Aparecida Pimenta Pereira	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.docx	07/05/2020 17:08:05	Patrícia Aparecida Pimenta Pereira	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

OURO PRETO, 27 de Janeiro de 2021

Assinado por:

EVANDRO MARQUES DE MENEZES MACHADO
(Coordenador(a))

Endereço: Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação, PROPPi, Centro de Convergência, Campus Universitário
Bairro: Morro do Cruzeiro CEP: 35.400-000
UF: MG Município: OURO PRETO
Telefone: (31)3559-1368 E-mail: cep.propp@ufop.edu.br

ANEXO II**QUESTIONÁRIO SOBRE O CONSUMO DE PÃES DE FERMENTAÇÃO INDUSTRIAL E NATURAL E A PERCEPÇÃO DOS CONSUMIDORES SOBRE ESSES PRODUTOS**

Perfil socioeconômico

1. Idade

- 18 - 20
- 21 – 29
- 30 – 39
- 40 – 49
- 50 – 59
- 60 – 69
- 70 ou acima

2. Sexo:

- Feminino
- Masculino
- Prefere não opinar

3. Estado onde reside:

- Acre
- Alagoas
- Amapá
- Amazonas
- Bahia

- Ceará
- Distrito Federal
- Espírito Santo
- Goiás
- Maranhão
- Mato Grosso
- Mato Grosso do Sul
- Minas Gerais
- Pará
- Paraíba
- Paraná
- Pernambuco
- Piauí
- Rio de Janeiro
- Rio Grande do Norte
- Rio Grande do Sul
- Rondônia
- Roraima
- Santa Catarina
- São Paulo
- Sergipe
- Tocantins

4. Cidade onde mora:

5. Cor da pele:

- Amarela
- Branca
- Parda
- Preta
- Indígena
- Outra_____

6. Situação conjugal:

- Casado(a)
- Solteiro(a)
- Vivendo com um companheiro
- Viúvo(a)
- Divorciado(a).

7. Tem filhos?

- Sim
- Não

8. Se sim, quantos?

9. Qual é a sua escolaridade?

- Nenhum estudo
- Ensino fundamental incompleto
- Ensino fundamental completo
- Ensino médio incompleto
- Ensino médio completo

- Graduação incompleta
- Graduação completa
- Pós-graduação incompleta
- Pós-graduação completa

10. Qual é a sua situação ocupacional?

- empregado
- desempregado
- aposentado
- estudante
- autônomo
- outro _____

11. Renda familiar

- até um salário mínimo
- Entre um a dois salários mínimos
- Entre 2 a 8 salários mínimos
- Entre 8 a 10 salários mínimos
- Mais de 10 salários mínimos
- Prefere não dizer

12. Quantas pessoas moram na sua casa (contando com você)?

- 1
- 2
- 3
- 4

5

mais de 5

Perfil alimentar e compra de alimentos

13. Você considera seu hábito alimentar

Muito saudável

Saudável

Indiferente

Pouco saudável

Muito pouco saudável

As questões a seguir é uma pesquisa em relação ao consumo de pães:

14. Qual termo descreve melhor seu interesse por pães:

Não interessa

Interesse limitado

Interessado

Altamente interessado

15. Qual o motivo de você consumir pães?

Praticidade

Gostoso

Saudável

Custo

16. Consome pães de leite?

Sim

Não

17. Qual tipo?

Padaria

Industrializado

Caseiro

18. Qual formato?

Forma

Bisnaguinha

Redondo mini

Cachorro quente

19. Qual frequência?

Mais de uma vez/dia

1 vez/dia

4 a 6 vezes/semana

2 a 3 vezes/semana

1 vez/semana

Raramente

Nunca

20. Em média, quanto gasta com pão de leite (Pacote 300g)?

Menos de R\$5,00

Entre R\$5,00 – R\$10,00

Acima R\$10,00.

Perfil sensorial

21. Qual qualidade no pão de leite que lhe agrada?

- () Maciez
- () Sabor
- () Preço
- () Outros _____

22. Quando você pensa em pães de leite com fermentação industrial, o que vem a sua mente? Você pode marcar quantos itens quiser.

- () Vibrante
- () Seguro
- () Sensual
- () Confiante
- () Gostoso
- () Agressivo
- () Sociável
- () Saudável
- () Energético
- () Arrogante
- () Chato
- () Reconfortante
- () Genuíno
- () Sério
- () Masculino
- () Feminino
- () Criativo

- Sustentável
- Pretencioso
- Único
- Estável

Em relação a pães com fermentação natural

23. Já consumiu ou consome:

- Sim
- Não

24. Se sim, alguma característica lhe agradou?

- Textura
- Sabor
- Aroma
- Outros_____

25. Qual tipo já consumiu?

- Baguete
- Pães rústicos (italiano, ciabata, filão)
- Pães integrais
- Outros_____

26. Qual frequência você consome pães de fermentação natural?

- Mais de uma vez/dia

- 1 vez/dia
- 4 a 6 vezes/semana
- 2 a 3 vezes/semana
- 1 vez/semana
- Raramente
- Nunca

27. Consumiria pães de leite com fermentação natural?

- Sim
- Não

28. Qual valor médio você pagaria em um pão de leite com fermentação natural (Pacote 300g)?

- Menos de R\$5,00
- Entre R\$5,00 – R\$10,00
- Acima R\$10,00.

29. Quando você pensa em pães de leite com fermentação natural, o que vem a sua mente? Você pode marcar quantos itens quiser.

- Vibrante
- Seguro
- Sensual
- Confiante
- Gostoso
- Agressivo
- Sociável
- Saudável
- Energético

- () Arrogante
- () Chato
- () Reconfortante
- () Genuíno
- () Sério
- () Masculino
- () Feminino
- () Criativo
- () Sustentável
- () Pretencioso
- () Único
- () Estável

ANEXO III

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
OURO PRETO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DE PÃES DE LEITE DE FERMENTAÇÃO NATURAL E INDUSTRIAL

Pesquisador: Patricia Aparecida Pimenta Pereira

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 31830820.0.0000.5150

Instituição Proponente: Universidade Federal de Ouro Preto

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.144.363

Apresentação do Projeto:

O projeto consiste em um estudo sobre a elaboração de pão de leite, segundo tipo de pão mais consumido no Brasil, por fermentação natural utilizando diferentes fermentos obtidos a partir de diferentes substratos (mosto de cerveja, iogurte natural ou suco de abacaxi) e farinhas de trigo (branca ou integral). O estudo consistirá de duas etapas, sendo que, na primeira etapa, serão elaborados os fermentos naturais e estes avaliados quanto sua capacidade fermentativa e contagem de bactérias lácticas e leveduras e, na segunda etapa, serão elaborados os pães de leite utilizando fermentação natural e fermentação natural os quais serão avaliados em relação às características físicas e sensoriais, alterações físico-químicas e microbiológicas durante o tempo de armazenamento. Os pães serão avaliados quanto à sua aceitação e intenção de compra por 100 provadores não-treinados, consumidores de pães, e ao seu perfil sensorial por uma equipe treinada composta por 15 provadores.

Objetivo da Pesquisa:

Elaborar e avaliar as características físicas, físico-químicas, sensoriais e microbiológicas de pães de leite elaborados com fermentação natural e industrial ao longo do tempo de armazenamento.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

A pesquisadora apresentou os riscos, bem como a forma de minimizá-los, e os benefícios da pesquisa.

Endereço: Momo do Cruzeiro-Centro de Convergência
 Bairro: Campus Universitário CEP: 35.400-000
 UF: MG Município: OURO PRETO
 Telefone: (31)3559-1368 Fax: (31)3559-1370 E-mail: cep.propp@ufop.edu.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
OURO PRETO



Continuação do Parecer: 4.144.363

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

OURO PRETO, 08 de Julho de 2020

Assinado por:

EVANDRO MARQUES DE MENEZES MACHADO
(Coordenador(a))

Endereço: Morro do Cruzeiro-Centro de Convergência

Bairro: Campus Universitário CEP: 35.400-000

UF: MG Município: OURO PRETO

Telefone: (31)3559-1368 Fax: (31)3559-1370 E-mail: cep.propp@ufop.edu.br

ANEXO IV
AVALIAÇÃO SENSORIAL DE PÃES DE LEITE

Nome: _____ () Masculino () Feminino

Por favor, prove as amostras codificadas, da esquerda para a direita, e avalie o quanto você gostou ou desgostou de cada amostra em relação a APARÊNCIA, AROMA, SABOR, TEXTURA e COR, utilizando a escala hedônica abaixo. Em seguida selecione as características de cada amostra.

9- Gostei extremamente

8- Gostei muito

7- Gostei moderadamente

6- Gostei ligeiramente

5- Indiferente

4- Desgostei ligeiramente

3- Desgostei moderadamente

2- Desgostei muito

1- Desgostei extremamente

Amostra: _____

APARÊNCIA

Nota: _____

- () Aparência característica de pão de leite (massa doce);
- () Aparência característica de pão integral;
- () Alvéolos irregulares;
- () Alvéolos uniformes;
- () Massa Compacta
- () Massa aerada
- () Formato uniforme
- () Formato desregular
- () Cor da casca mais escura que de pão de leite
- () Cor da casca mais clara do que a do pão de leite

AROMA

Nota: _____

- () Aroma forte de pão de leite;
- () Aroma fraco de pão de leite;
- () Aroma de fermentado;
- () Aroma de pão cru;
- () Aroma frutado;
- () Aroma azedo;

SABOR

Nota: _____

- Sabor forte de pão de leite;
- Sabor fraco de pão de leite;
- Sabor ideal de pão de leite;
- Sabor característico de pão de leite;
- Sabor adocicado;
- Gosto salgado;

TEXTURA

Nota: _____

- Crosta dura;
- Crosta crocante;
- Miolo úmido;
- Miolo arenoso;
- Gruda no céu da boca;
- Compacto;
- Denso;
- Miolo macio;
- Miolo Duro;

INTENÇÃO DE COMPRA

Por favor, avalie a amostra e marque com um X a intenção de compra.

Intenção de Compra	Marque com um X
1-Certamente não compraria	
2-Provavelmente não compraria	
3-Não sei se compraria	
4-Provavelmente Compraria	
5-Certamente Compraria	

Comentários: _____



