



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
ESCOLA DE NUTRIÇÃO  
DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS



POLIANA MARTINS DE ÁVILA

# **PÃES DE FERMENTAÇÃO NATURAL E INDUSTRIAL: ASPECTOS TECNOLÓGICOS E MICROBIOLÓGICOS**

OURO PRETO  
2022

Poliana Martins de Ávila

## **PÃES DE FERMENTAÇÃO NATURAL E INDUSTRIAL: ASPECTOS TECNOLÓGICOS E MICROBIOLÓGICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado do Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Escola de Nutrição da Universidade Federal de Ouro Preto, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Patrícia Aparecida Pimenta Pereira - Departamento de Alimentos.

Co-orientadora: Profa. Dra. Silvia Mendonça Vieira - Departamento de Alimentos.

OURO PRETO

2022

## SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

Á958p Ávila, Poliana Martins de.

Pães de fermentação natural e industrial [manuscrito]: aspectos tecnológicos e microbiológicos. / Poliana Martins de Ávila. - 2022. 29 f.

Orientadora: Profa. Dra. Patrícia Aparecida Pimenta Pereira.

Coorientadora: Profa. Dra. Silvia Mendonça Vieira.

Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Nutrição. Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos .

1. Fermentação. 2. Pão. 3. Tecnologia de alimentos. I. Pereira, Patrícia Aparecida Pimenta. II. Vieira, Silvia Mendonça. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU 664.65

Bibliotecário(a) Responsável: Luciana Matias Felicio Soares - SIAPE: 1.648.092



## FOLHA DE APROVAÇÃO

**Poliana Martins de Ávila**

### **Pães de fermentação natural e industrial: aspectos tecnológicos e microbiológicos**

Monografia apresentada ao Curso de Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Aprovada em 13 de junho de 2022

#### Membros da banca

Doutora - Patrícia Aparecida Pimenta Pereira - Orientador(a) Universidade Federal de Ouro Preto  
Mestranda - Marina Maximiano de Oliveira Santos - Universidade Federal de Ouro Preto  
Doutora - Sílvia Mendonça Vieira - Universidade Federal de Ouro Preto

Patrícia Aparecida Pimenta Pereira, orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 22/06/2022



Documento assinado eletronicamente por **Patrícia Aparecida Pimenta Pereira, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 22/06/2022, às 17:26, 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](http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0349417** e o código CRC **5054CD2F**.

## AGRADECIMENTOS

O ser humano nada sabe, mas somos chamados a tudo conhecer. Prossigo esta vivência na fé de que o conhecimento seja sempre inclusivo e abrangente. Agradeço imensamente à Olorum, aos Orixás e meus guias pelo direcionamento e a força concedidos a todo momento nessa breve passagem terrena. Agradeço e dedico essa conquista aos meus pais Sandra e Herculano, minha irmã Milena, meus ancestrais, meus avós Neila e Jair, Izaltina e Luiz, Lina e Joaquim; meus bisavós Benvinda, Aparecida e José Augusto e aos demais familiares; meus amigos Camila, Braga, CPF, João Guilherme, Raimundo, Gill, Ravel, Jane, Vilner e Aghata, às repúblicas Lunáticos, K-zona, Alambique e todos os outros não citados; meus orientadores Patrícia, Erick e Silvia, todos os meus professores e meus companheiros de laboratório Flávio, Michelle, Janaína e Rafael. Sou imensamente grata aos funcionários da UFOP; às professoras Luciana Hoffert e Eleonice, tão essenciais na minha construção profissional e pessoal.

“Você só vai conseguir desta Terra usufruir se com as cores do vento colorir.”

Com carinho, Poliana.

## SUMÁRIO

1. Introdução.....	7
2. Materiais e Métodos.....	9
3. Resultado e Discussão.....	13
4. Conclusão.....	19
5. Referências.....	20

## Pães de fermentação natural e industrial: aspectos tecnológicos e microbiológicos<sup>1</sup>

### Resumo

A panificação é uma das artes culinárias mais antigas da civilização. Geralmente, os pães são produzidos com farinha de trigo, água, fermento e sal. Atualmente, no processo de panificação, destacam-se dois tipos de fermento: industrial e o natural. O uso do fermento natural proporciona ótima qualidade em sabor e conservação nos produtos finais obtidos. Por este motivo, essa técnica tem sido otimizada nos últimos tempos, mas ainda são escassos estudos dessa fermentação em pães de leite. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi desenvolver pães de leite de fermentação natural e industrial e avaliá-los quanto seus aspectos tecnológicos e microbiológicos. Para isso foram realizadas análises de pH, acidez, composição centesimal, cinética de fermentação da massa, salto de forno, formato dos pães e contagem de bolores e leveduras, sendo esta realizada ao longo de 10 dias. Os resultados tecnológicos foram avaliados por análise de variância e teste de médias (Scott-Knott) a 5% de significância e os microbiológicos por análise descritiva. Houveram diferenças entre os pães elaborados quanto suas características tecnológicas e microbiológicas. Os resultados obtidos mostraram que os fermentos naturais elaborados são promissores para a elaboração e pães de leite, sendo que os pães elaborados com o fermento IA (farinha integral e suco de abacaxi) apresentaram o melhor desempenho para as propriedades tecnológicas e microbiológicas. Sugere-se como trabalhos futuros, a realização de análise sensorial, com a finalidade de conhecer a aceitabilidade dos pães de leite elaborados com fermentos naturais.

**Palavras-chave:** fermento, *Levain*, sourdough, pão doce

---

<sup>1</sup> Artigo de acordo com as normas da revista Research, Society and Development.

## 1. Introdução

O pão é um alimento milenar, consumido no mundo todo, nos diferentes tipos e formas (NEVES et al., 2020). É um alimento de baixo custo e acessível a todas as camadas sociais (SANTOS et al., 2020).

No Brasil, a história da panificação passou a ocupar uma posição de preponderância a partir do século XIX, com a imigração em massa dos europeus para o Brasil (FREIRE, 2011). Neste período houve o aumento da produção dos pães, tornando-se um dos alimentos mais importantes para população, uma vez que antes deste período os alimentos eram produzidos à base de milho e mandioca (FREIRE, 2011). Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), o pão é o produto obtido 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).

No ramo das indústrias alimentícias, as padarias possuem representação expressiva no setor (ITPC, 2018). Em 2019, essas empresas totalizavam 70523 unidades, sendo que cerca de 10% deste total está localizado no estado de Minas Gerais e apesar dessa representatividade no mercado, as padarias sofreram decréscimo financeiro entre os anos de 2007 e 2019, sendo que neste período o faturamento caiu de 13,30% para 2,65% (ABIP, 2019). Para se manterem estáveis no mercado, este ramo alimentício está em constante busca por novas tendências, o que assegura a qualidade dos produtos, além de atender as mudanças exigidas pelos consumidores (TIRLONI, 2017).

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 (MARTINI, et al., 2016).

O *sourdough* é definido como uma massa de farinha e água fermentada por leveduras e bactérias lácticas (LAB), utilizado como agente de fermentação para a produção de produtos de panificação e hoje pode ser considerado um retorno a um antigo processo biotecnológico utilizado para obtenção de alimentos à base de cereais (SIEPMANN et al., 2018) sendo que podem ser elaborados com diversos substratos, tais como suco de frutas e iogurtes, por fornecerem variedade microbiológica e glicose (CORSETTI & SETTANNI, 2007). Cada substrato emoldura o meio para crescimento de diferentes espécies de microrganismos fermentadores, conferindo aromas e sabores diferenciados aos pães, sendo também fonte de açúcares de fácil fermentação e assim ocasionar alteração do pH do meio, modificando as características do produto final (APLEVICZ et al., 2013).

O fermento natural contém bactérias lácticas e leveduras, desenvolvidas por fermentação espontânea ou iniciada por meio da adição de cultura *starter* (VUYST & VANCANNEYT, 2007). A escolha dos



*starters* fornece uma contagem maior de determinados microrganismos e baseiam-se principalmente nas propriedades de acidificação, proteólise e síntese de compostos voláteis durante a fermentação (MCGUIRE, 2010). Os fermentos elaborados com frutas carregam a microbiota desses substratos, fermentando e produzindo ácidos orgânicos que conferem aroma ao pão (NODARI, 2014). Já o mosto da cerveja possui colônias microbianas provenientes da fermentação da cerveja, que produzem majoritariamente álcool e CO<sub>2</sub> (SALES et. al., 2019). Ainda, tem-se o iogurte, que é um gel ácido produzido pela fermentação do leite com culturas específicas de *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus*, sendo que o catabolismo da lactose por esses microrganismos resulta principalmente na produção de ácido lático e redução do pH (AQUINO, 2012). As bactérias lácticas fermentam a glicose no pão através de vias diferentes e podem ser divididas em dois grupos: homofermentativas e heterofermentativas, de acordo com o produto final obtido (LOPES, 2008). Elas contribuem para a obtenção de aromas e sabores nos pães fermentados, formando compostos aromáticos (AKSU et. al., 2005).

A literatura mais recente mostrou como a fermentação do fermento natural aumentou principalmente a biodisponibilidade mineral, possibilitou a fortificação com fibras alimentares, baixou o índice glicêmico, melhorou a digestibilidade da proteína e diminuiu o conteúdo de fatores antinutricionais (ARORA et al., 2021). O fermento natural espontâneo é obtido pela fermentação da massa deixada à temperatura ambiente durante várias horas, permitindo o crescimento de microrganismos presentes no ambiente, ou nos ingredientes e utensílios utilizados, produzindo novas substâncias que afetam as propriedades reológicas e organolépticas da massa (CATZEDDU, 2019).

Atualmente, a fermentação rápida com levedura de panificação tradicional (*Saccharomyces cerevisiae*) é o processo mais utilizado na indústria de panificação (REALE et al., 2019; ASHAOLU & REALE, 2020). Enquanto a maioria das leveduras não podem crescer na ausência de oxigênio (anaeróbicas), a maioria das leveduras complexas *Saccharomyces* podem sobreviver sem oxigênio utilizando o processo fermentativo (AQUINO, 2012). A função mais importante da *Saccharomyces cerevisiae* na fermentação de pães é a produção de CO<sub>2</sub>, que ficará retido na massa dando origem a uma textura mais macia (AQUINO, 2012).

Diferentemente dos pães produzidos somente com *Saccharomyces cerevisiae* (leveduras comerciais), a fermentação do fermento natural atraiu a atenção científica há cerca de 30 anos (ARORA et al., 2021). O foco inicial estava nos efeitos tecnológicos desse processo, ou seja, sabor, reologia e vida útil, e nas interações microbianas em um ecossistema tão complexo. Mais recentemente, a atenção se voltou para as vantagens nutricionais oferecidas pela fermentação do fermento natural (ARORA et al., 2021).

Considerando-se a possibilidade e a constante busca por desenvolvimento de novos produtos na indústria alimentícia, a inovação torna-se um importante parâmetro para o mercado principalmente quando correlacionada à produtos aprimorados para apresentarem benefícios sensoriais e nutricionais. Nesse

contexto, o objetivo desse trabalho foi desenvolver pães de leite de fermentação natural e industrial e avaliá-los quanto seus aspectos tecnológicos e microbiológicos.

## 2. Materiais e Métodos

### 2.1 Materiais

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.

Os materiais utilizados para elaboração dos fermentos foram: mosto de cerveja proveniente de uma fábrica artesanal cerveja local, iogurte natural sem açúcar (Itambé®), suco de abacaxi adquirido no comércio local, farinha de trigo integral (Vilma®), farinha de trigo branca (Boa Sorte®).

Para a elaboração dos pães de leite foram utilizados os seguintes ingredientes: farinha de trigo forte branca (Suprema®), açúcar cristal (Euroçúcar®), leite integral UHT (Porto Alegre®), óleo refinado de soja (Vila Velha®), ovos brancos *in natura*, margarina sem sal (Qualy®), fermento industrial (Dr Oetker®), sal refinado (Globo®) e os fermentos naturais em estudo.

### 2.2 Métodos

#### 2.2.1 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 um abacaxi. Além disso, foram elaborados fermentos com farinha de trigo integral e com farinha de trigo branca, de acordo com a Tabela 1.

**Tabela 1** Formulações dos fermentos naturais.

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

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). Utilizou-se uma colher de metal para misturar os fermentos, que foi higienizada com detergente neutro e sanitizada em hipoclorito de sódio (2,5%) por 15 minutos. A mistura permaneceu em temperatura ambiente por 24h na presença de oxigênio, em potes de vidro, previamente higienizados com detergente neutro e esterilizados em água 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 a temperatura ambiente, na presença de oxigênio. No terceiro dia, foram adicionados a cada mistura, 50 g de farinha (integral ou branca) e 30 g de água mineral, os quais permaneceram por mais 24 h a temperatura ambiente, na presença de oxigênio. No quarto dia, foram adicionados a cada mistura, 75 g de farinha (integral ou branca) e 30 g de água mineral, permanecendo por 24 h a temperatura ambiente, na presença de oxigênio. No quinto dia, foram retiradas 100 g de cada mistura, à essa parte foi acrescentado 300 g de farinha (integral ou branca) e 200 g de água mineral. 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).

### 2.2.2 Processo de produção de pães de leite elaborados com fermentos industrial e natural

Para a elaboração dos pães de fermentação industrial e natural foram utilizados os ingredientes de acordo com as Tabelas 2 e 3, sendo que as formulações foram definidas por meio de testes prévios.

**Tabela 2** Formulação do pão de leite com fermentação industrial

<b>Ingredientes</b>	<b>Quantidade (%)*</b>	<b>Quantidade (g)</b>
<b>Farinha de trigo branca</b>	100%	500
<b>Açúcar cristal</b>	20%	100
<b>Leite integral</b>	40%	200
<b>Óleo de soja</b>	10%	50
<b>Ovos</b>	15%	75
<b>Margarina sem sal</b>	5%	25
<b>Fermento</b>	3%	13
<b>Sal</b>	1%	7

\*em relação à quantidade de farinha de trigo

**Tabela 3** Formulação do pão de leite com fermentação natural

<b>Ingredientes</b>	<b>Quantidade (%)*</b>	<b>Quantidade (g)</b>
<b>Farinha de trigo branca</b>	100%	500
<b>Açúcar cristal</b>	20%	100
<b>Leite integral</b>	40%	200
<b>Óleo de soja</b>	10%	50
<b>Ovos</b>	10%	50
<b>Margarina sem sal</b>	5%	25
<b>Fermento Natural</b>	30%	150
<b>Sal</b>	1%	7

\*em relação à quantidade de farinha de trigo

Inicialmente, o fermento (industrial ou natural), o leite, o açúcar e a farinha de trigo foram misturados por 7 min em amassadeira (G Paniz, modelo AE 05L) em velocidade alta. Em seguida, foram acrescentados os ovos, a margarina, óleo e o sal e misturados por mais 5min. Após, essa etapa as massas (de acordo com cada formulação) foram divididas em porções de  $30 \pm 1$  g e dispostas em assadeiras de alumínio anteriormente untadas com margarina, sendo mantidas em repouso por 70 minutos na câmara de controle de temperatura a 28 °C. Em seguida, os pães de leite foram assados em forno turbo a gás (Venâncio, modelo Twister) por 40 min a 180 °C. Uma hora após a retirada dos pães do forno, os mesmos foram embalados em sacos de polipropileno previamente sanitizados com álcool 70%, sendo acondicionados em câmara com controle de temperatura a 25 °C para posterior análise.

### **2.2.3 Avaliações físico-químicas dos pães de leite elaborados com fermentos industrial e natural**

Foram realizadas análises de pH, acidez e composição centesimal (umidade, cinzas, lipídios, proteínas e carboidratos). As análises de pH e acidez foram realizadas segundo as metodologias estabelecidas pelo IAL (2008) e a composição centesimal foi realizada segundo as metodologias estabelecidas pela AOAC (2003). O cálculo para obter as médias para os carboidratos foi realizado conforme a metodologia estabelecida por VANNUCCHI (1990). Os carboidratos foram calculados por diferença (Fração Nifext), ou seja,  $100 - (\% \text{ umidade} + \% \text{ cinzas} + \% \text{ lipídios} + \% \text{ proteína} + \% \text{ fibra})$ .

### **2.2.4 Avaliações físicas dos pães de leite elaborados com fermentos industrial e natural**

Foram realizadas as seguintes análises físicas: cinética de fermentação da massa, salto de forno e formato dos pães.

A cinética de fermentação das massas foi avaliada através de metodologia proposta por Rouillé, Le Bail & Courcoux (2000), com modificações. A quantificação se deu pela inserção de 100 mL de massa em proveta de 250 mL e submetidas a temperatura constante de fermentação (28°C), sendo que o aumento do volume da massa foi anotado a cada 10 minutos, realizado por 50 minutos. Através do gráfico plotado (tempo de fermentação x aumento de volume) foi calculada a área abaixo da curva, sendo que quanto maior essa área, maior o efeito do poder fermentativo.

O salto de forno foi avaliado de acordo com Shittu et al. (2008). Ele foi determinado pela diferença da altura da massa no final da fermentação e a altura do pão assado. Para realização dessa medida utilizou-se um paquímetro para obter as medidas.

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.

### **2.2.5 Avaliação microbiológica dos pães de leite elaborados com fermentos industrial e natural**

A estabilidade dos pães foi avaliada por meio da enumeração de bolores e leveduras em meio BDA ao longo de 10 dias, até o aparecimento de colônias. Antes de cada análise, as embalagens foram higienizadas com álcool 70%, abertas e as amostras foram coletadas (10 g) e transferidas para erlenmeyer estéreis com 90 mL solução de água peptonada (HiMedia) e homogeneizada por 60 segundos e logo após, as alíquotas foram retiradas do homogenato para realização de diluições seriadas e posterior plaqueamento (superfície) em meio Ágar Batata Dextrose acrescido de 1% de ácido tártarico a 10%. As placas foram incubadas a 25 °C por 5 a 7 dias. Os resultados foram expressos pelo número de Unidades Formadoras de Colônia por grama de material (UFCg<sup>-1</sup>).

### **2.2.6 Delineamento experimental e avaliação dos resultados**

Para as análises tecnológicas foi utilizado o planejamento na forma de DIC (delineamento inteiramente casualizado), em três repetições. Os resultados foram avaliados por meio de análise de variância (ANOVA) e teste de médias (Scott-Knott) para verificar se houveram diferenças entre as amostras ao nível de significância de 5% ( $p \leq 0,05$ ) em software Sisvar (FERREIRA, 2014).

Para a avaliação microbiológica foi utilizado o planejamento experimental na forma de fatorial completo 7x6, sendo o tipo de fermento (industrial, natural com farinha integral/mosto, natural com farinha integral/iogurte, natural com farinha integral/suco de abacaxi, natural com farinha branca/mosto, natural com farinha branca/iogurte, natural com farinha branca/suco de abacaxi,) e o tempo (0, 2, 4, 6, 8, 10 dias) os fatores em estudo. Todo o experimento foi realizado em duplicata. Os pães foram armazenados em

câmara com controle de temperatura a 25 °C. Os resultados foram avaliados por análise descritiva dos dados.

### 3. Resultados e Discussão

Na Tabela 4 estão os resultados médios da composição centesimal das diferentes formulações de pães de leite.

**Tabela 4** Composição centesimal das diferentes formulações de pães de leite.

Formulações	Umidade	Cinzas	Proteínas	Lipídios	Carboidratos
FC	26,00 ± 0,00 c	1,65 ± 0,01 a	8,57 ± 0,79 a	2,40 ± 0,13 b	61,38 ± 0,93 a
BI	29,67 ± 1,15 b	1,48 ± 0,01 d	8,99 ± 0,53 a	2,38 ± 0,17 b	57,48 ± 1,48 c
II	26,33 ± 2,52 c	1,53 ± 0,01 c	7,16 ± 1,40 b	2,03 ± 0,18 b	62,95 ± 2,36 a
BA	30,00 ± 1,00 b	1,55 ± 0,03 c	9,01 ± 0,33 a	3,20 ± 0,19 a	56,24 ± 1,22 c
IA	31,67 ± 0,58 a	1,58 ± 0,02 b	9,15 ± 0,58 a	3,15 ± 0,22 a	54,45 ± 0,55 d
BM	29,33 ± 0,58 b	1,53 ± 0,01 c	7,67 ± 0,21 b	2,36 ± 0,37 b	59,11 ± 0,42 b
IM	32,67 ± 0,58 a	1,41 ± 0,01 e	8,51 ± 0,71 a	2,32 ± 0,17 b	55,09 ± 0,05 d

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. FC (Fermento biológico liofilizado), BI (Fermento de farinha branca com iogurte natural), II (Fermento de farinha integral com iogurte natural), BA (Fermento de farinha branca com suco de abacaxi), IA (Fermento de farinha integral com suco de abacaxi), BM (Fermento de farinha branca com mosto de cerveja), IM (Fermento de farinha integral com mosto de cerveja).

As formulações IA (fermento natural com farinha integral e suco de abacaxi) e IM (fermento natural com farinha integral e mosto de cerveja) apresentaram os maiores valores para a umidade (Tabela 4) ( $p > 0,05$ ) enquanto FC (fermento biológico industrial liofilizado) e II (fermento natural com farinha integral e iogurte natural) apresentaram os menores valores ( $p > 0,05$ ). Os valores encontrados para umidade foram semelhantes aos valores obtidos por Esteller (2004) em seu estudo sobre fabricação de pães com reduzido teor calórico e modificações reológicas ocorridas durante o armazenamento. A umidade do pão é um indicador de qualidade, pois a mesma pode impactar sobre as propriedades sensoriais, físicas e microbiológicas do produto (HATHORN et al., 2007). 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). Tanto o abacaxi quanto o mosto de cerveja apresentam enzimas capazes de hidrolisar proteínas (no abacaxi, a bromelina e no mosto varia conforme a cepa de microrganismos utilizados na fermentação da cerveja). As proteases, quebram as proteínas dos grãos em aminoácidos, que são importantes para a nutrição das leveduras, ou pedaços menores de proteínas (MUXEL, 2016) sendo que estas enzimas são capazes de romper a ligação peptídica, separando proteínas e aminoácidos (SANTOS, 1995), fazendo com que o pão retenha mais líquidos.

A determinação do teor de cinzas é um indicativo do conteúdo de minerais (KRUMREICH, 2013). A determinação do resíduo mineral fixo – RMF – fornece uma indicação da riqueza dos elementos minerais

na amostra. O resíduo mineral fixo (também chamado de cinzas) é o produto inorgânico que permanece após a queima da matéria orgânica da amostra, que é transformada em CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O e NO<sub>2</sub>. Os elementos minerais se apresentam sob a forma de óxidos, sulfatos, fosfatos, silicatos e cloretos, dependendo das condições de incineração e da composição do alimento (BRASIL, 2006). A farinha de trigo é extraída do grão de trigo e sua estrutura é dividida em casca (rica em fibras, vitaminas do complexo B, zinco, potássio e sais minerais), endosperma (rico em carboidratos) e gérmen (embrião do trigo rico em gordura e considerado fonte de vitaminas E e do complexo B) (ABITRIGO, 2019). As cinzas são caracterizadas pelos sais minerais presentes na farinha de trigo, onde a maior concentração desses minerais se encontra na parte externa do grão, isto é, no farelo, que é composto pela casca do trigo, que se faz amplamente presente na farinha de trigo integral (THYS & NITZKE, 2019). Sendo assim, de acordo com a literatura, os pães elaborados com os fermentos formulados com farinha de trigo integral deveriam apresentar maior teor de sais minerais que a formulação com fermento industrial, sendo que o resultado obtido no presente trabalho foi contrário (Tabela 4) o qual a formulação controle FC (fermento biológico industrial liofilizado) apresentou maior teor médio de cinzas ( $p \leq 0,05$ ). Já os pães elaborados com o fermento composto de farinha integral e mosto de cerveja (IM) apresentaram o menor teor de cinzas ( $p \leq 0,05$ ). Os valores obtidos se apresentaram majoritariamente acima das médias propostas por Gurjão (2011) em seus estudos acerca da produção, armazenamento e utilização de farinha de grãos de abóbora em panificação.

Em relação aos teores de proteínas, os pães elaborados com os fermentos FC (fermento biológico industrial liofilizado), BI (farinha branca com iogurte), IA (farinha integral com abacaxi), BA (farinha branca com abacaxi), IM (farinha integral com mosto de cerveja) apresentaram maiores teores médios ( $p > 0,05$ ) que os pães elaborados com os fermentos II e BM ( $p > 0,05$ ). Os resultados obtidos se apresentaram similares aos valores apresentados por Nogueira (2021) em seus estudos sobre desenvolvimento de pães de fermentação natural cultivado em meio adicionado de açaí em pó. Vale ressaltar que todos os pães foram produzidos com farinha branca, apenas os fermentos utilizaram farinha branca ou farinha integral. Em relação às proteínas observou-se que os pães que apresentaram as maiores médias para umidade também estão entre os pães que apresentaram maiores médias proteicas. O teor de umidade é relacionado à quantidade de água presente. Quanto maior a umidade, maior a probabilidade de diluição dos componentes sólidos, logo, das proteínas hidrossolúveis. A fermentação microbiana pode aumentar os conteúdos de proteína solúvel em água (WANG et al., 2000). Greer & Stewart (1959) estudaram 23 amostras de dois tipos de farinha de trigo e observaram que a porcentagem de absorção de água era diretamente proporcional a porcentagem de proteína do trigo e moléculas de amido danificado.

Em relação aos lipídios, observou-se que ambos os pães formulados com os fermentos acrescidos de suco de abacaxi, apresentaram os maiores teores médios ( $p > 0,05$ ). Os valores obtidos se apresentaram acima dos valores médios propostos por Mota (2021) em seus estudos sobre análise nutricional e sensorial de pães produzidos a partir de fermentação natural e enriquecidos com ora-pro-nobis. A utilização de

produtos à base de lipídios, como óleos ou gorduras (BRANDÃO & 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 lipídios contribuem nas características sensoriais dos produtos como no sabor, cor, textura e auxilia como aerador, permitindo a incorporação de ar nas massas. Além disso, auxilia no manuseio, deixando-as menos pegajosas, o que facilita a utilização de equipamentos, como por exemplo, as misturadoras (GUERREIRO, 2006). Os pães produzidos com os fermentos acrescidos de abacaxi apresentaram também as maiores médias para a umidade. A água é responsável por diluir componentes sólidos (WANG et al., 2000). Os pães com maior umidade deveriam conter menor teor de componentes sólidos, entre eles os lipídios. Os resultados analisados mostraram comportamento contrário ao citado na literatura. Dessa forma, pode-se inferir que ocorreu um erro experimental.

Observou-se que os pães elaborados com os fermentos II (farinha integral e iogurte) e FC (fermento biológico liofilizado industrial) obtiveram os maiores teores de carboidratos (Tabela 4) ( $p > 0,05$ ). Os valores obtidos se mostraram acima das médias propostas por Preto (2014) em seus estudos sobre utilização da farinha de uva na elaboração de pães de forma. Os carboidratos podem ser classificados em solúveis (amido e açúcares) e insolúveis (celulose, hemicelulose, pentosanas, etc.) e representam 75 % da composição dos cereais, com especial destaque para os solúveis, principalmente o amido (EMBRAPA, 1994). No caso do pão, é adicionado o fermento, que produz enzimas amilolíticas, as quais hidrolizam o amido produzindo  $\text{CO}_2$ , que participa na formação da estrutura do miolo do pão (EMBRAPA, 1994). A  $\alpha$ -amilase liquefaz o amido e a  $\beta$ -amilase estimula a formação de açúcares fermentáveis (BORTOLI, 2013). O teor médio de carboidratos presentes nos pães pode ter sido influenciado pelo pH, acidez e temperatura de cada massa, visto que devido a variações nas propriedades físico-químicas, pode haver variações na atividade enzimática (NOELLO, 2012).

Na Tabela 5 estão os resultados médios do pH e acidez das diferentes formulações de pães de leite.

**Tabela 5** Valores de pH e acidez das diferentes formulações de pães de leite

<b>Formulações</b>	<b>pH</b>	<b>Acidez (Volume de NaOH)</b>
<b>FC</b>	5,83 ± 0,11 a	0,29 ± 0,01 f
<b>BI</b>	5,22 ± 0,01 c	0,43 ± 0,02 d
<b>II</b>	5,35 ± 0,03 b	0,34 ± 0,02 e
<b>BA</b>	4,96 ± 0,02 d	0,57 ± 0,02 c
<b>IA</b>	4,72 ± 0,00 f	0,78 ± 0,02 a
<b>BM</b>	4,59 ± 0,01 g	0,67 ± 0,01 b
<b>IM</b>	4,81 ± 0,01 e	0,64 ± 0,03 b



Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. FC (Fermento biológico liofilizado), BI (Fermento de farinha branca com iogurte natural), II (Fermento de farinha integral com iogurte natural), BA (Fermento de farinha branca com suco de abacaxi), IA (Fermento de farinha integral com suco de abacaxi), BM (Fermento de farinha branca com mosto de cerveja), IM (Fermento de farinha integral com mosto de cerveja).

O pH é uma escala numérica adimensional utilizada para especificar a acidez ou basicidade de uma solução (SKOOG, 2014). A rigor, o pH é definido como o cologaritmo da atividade de íons hidrônio (BUCK, 2002). A escala de pH varia de 0 a 14, e a maioria das soluções se encontra nessa faixa, embora seja possível um pH menor que 0 ou maior que 14. Abaixo de 7 é ácido e acima de 7 é alcalino ou básico (KHAN ACADEMY, 2016). Logo, o pH e a acidez são grandezas inversamente proporcionais, visto que quanto menor o pH, maior a acidez e vice e versa.

Observou-se que a formulação FC (fermento biológico liofilizado industrial) apresentou maior pH (Tabela 5) ( $p \leq 0,05$ ). Levando em conta o fator de invertibilidade proporcional, de acordo com a literatura, os pães FC apresentaram menor acidez ( $p \leq 0,05$ ) (Tabela 5). Os valores obtidos para pH foram similares aos apresentados por Graça (2022) em seus estudos sobre iogurte como starter na fermentação de fermento natural para melhorar as propriedades tecnológicas e funcionais do pão de trigo fermentado. O fermento biológico, é um importante ingrediente utilizado na panificação, produz compostos que caracterizam o sabor e o aroma do pão (BRANDÃO & LIRA, 2011), além disso, possuem 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 (GÉLINAS, 2019). Quanto ao caráter ácido-básico desses compostos, os álcoois podem atuar como bases fracas, em presença de ácidos fortes (SKOOG, 2014). Quando comparado aos ácidos orgânicos liberados como metabólitos dos microrganismos selvagens presentes no fermento natural através do processo fermentativo, o álcool, metabólito da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, possui menor capacidade de acidificação, tornando os pães elaborados com fermento FC menos ácidos que os demais e conseqüentemente com maior pH.

A medida do potencial hidrogeniônico (pH) é importante para as determinações de deterioração do alimento com o crescimento de microrganismos, atividade das enzimas, retenção de sabor e odor de produtos, e escolha de embalagem (CECCHI, 2003). Os ácidos orgânicos são produtos intermediários da fermentação e são muito importantes do ponto de vista de sabor e odor dos alimentos fermentados (CASTRO, 2015). Estudos com pães adicionados de sourdough citam a redução do pH como um dos responsáveis por mudanças reológicas, na constituição química da massa e de conservação do pão (CLARKE et. al., 2002; KOMLENIC et. al., 2010). Alguns fatores como a presença de bactérias lácticas endógenas na farinha de trigo, quantidade de levedura, tipo de bactérias adicionadas à formulação, tempo e temperatura de fermentação, além do (s) tipo (s) de ácido (s) orgânicos (s) presente (s), podem influenciar o pH e acidez dos pães (PLESSAS et. al., 2011; ROBERT et. al., 2006). O processo de acidificação, afetado pela aplicação do fermento natural, é utilizado principalmente para a melhoria da qualidade e flavour dos

pães de trigo (BRÜMMER; LORENZ, 1991; KATINA et al., 2006; ARENDT et al., 2007), além de reduzir o envelhecimento dos pães (KATINA et al., 2006; PLESSAS et al., 2007). As alterações na acidez desses tipos de pães podem estar relacionadas a síntese de ácidos acético e láctico, que representam 95-98% da acidez, relatada por estudos de processos indiretos e massas (STAUFFER, 1990). O processo de acidificação da massa do pão é provocado pelos principais microrganismos do gênero *Lactobacillus*, *Sacharomyces*, *Lactococcus*, *Pediococcus*, *Enterococcus* e *Candida*. Estes microrganismos fermentam a glicose, auxiliam no crescimento da massa e produção dos ácidos láctico, acético, propiônico e butírico, além dos álcoois (QUÍLEZ; RUIZ; ROMERO, 2006; CODA et al., 2010; PLESSAS et al., 2011). Em escala industrial, os fermentos biológicos são compostos por leveduras selecionadas de *Saccharomyces cerevisiae*, sendo esses microrganismos unicelulares do reino dos fungos (CASTRO & MARCELINO, 2012).

Na Tabela 6 estão os resultados médios da cinética de fermentação das massas, salto do forno e formato dos pães das diferentes formulações de pães de leite.

**Tabela 6** Valores médios da cinética de fermentação das massas, salto do forno e formato dos pães das diferentes formulações de pães de leite

Formulações	Cinética de fermentação da massa	Salto do forno	Formato dos pães
FC	8630,00 ± 650,54 c	10,60 ± 1,68 a	1,36 ± 0,14 a
BI	6702,50 ± 1523,82 d	9,94 ± 0,42 a	0,62 ± 0,08 c
II	6815,00 ± 35,36 d	7,01 ± 1,32 a	1,26 ± 0,13 a
BA	11435,00 ± 346,48 b	13,81 ± 2,13 a	0,69 ± 0,02 c
IA	14795,00 ± 205,06 a	10,42 ± 2,05 a	0,86 ± 0,03 b
BM	2670,00 ± 254,56 e	10,14 ± 2,63 a	0,67 ± 0,02 c
IM	11080,00 ± 169,71 b	10,62 ± 3,24 a	0,79 ± 0,08 b

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. FC (Fermento biológico liofilizado), BI (Fermento de farinha branca com iogurte natural), II (Fermento de farinha integral com iogurte natural), BA (Fermento de farinha branca com suco de abacaxi), IA (Fermento de farinha integral com suco de abacaxi), BM (Fermento de farinha branca com mosto de cerveja), IM (Fermento de farinha integral com mosto de cerveja).

Os pães elaborados com o fermento IA (farinha integral e abacaxi) apresentaram maiores valores médios para a cinética de fermentação da massa quando comparados às demais formulações ( $p \leq 0,05$ ) (Tabela 6). O estudo de um processo fermentativo consiste inicialmente na análise da evolução dos valores de concentração de um ou mais componentes do sistema de cultivo em função do tempo de fermentação (LAURY, 2019). A cinética dos processos fermentativos depende do fornecimento de substrato, onde inicialmente sua oferta é grande. Após determinado tempo, sua oferta diminui e a presença dos metabólitos produzidos pelos microrganismos aumentam (GUIDINI, 2013).

Não houve diferença significativa para o salto de forno das diferentes formulações de pães de leite ( $p > 0,05$ ) (Tabela 6).

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 6), sendo que os pães elaborados com fermentos industrial (FC) e com farinha de trigo integral e iogurte (II) apresentaram maiores valores médios ( $p \leq 0,05$ ), não diferindo entre si.

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). Este crescimento uniforme demonstra que a massa obteve fermentação favorável para o crescimento e correto assamento, deixando o pão com a aparência uniforme (PYLER, 1988). Uma das primeiras características de aceitabilidade do consumidor é o volume (STOJCESKA & BUTLER, 2012). A literatura relata que o volume está relacionado a 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 industrial. 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 estas falhas geralmente são causadas por quantidade inadequada de água, inadequada distribuição dos ingredientes e fermentação insuficiente (EL-DASH et al., 1986).

Na Tabela 7 estão os resultados médios da análise microbiológica das diferentes formulações de pães de leite ao longo de 10 dias de armazenamento.

**Tabela 7** Contagem (log UFC/g) de bolores e leveduras dos pães elaborados com diferentes fermentos em função do tempo de armazenamento.

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

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

Observou-se que ocorreu crescimento contínuo das colônias de bolores e leveduras ao longo do armazenamento, em suma nos pães BM (farinha branca e mosto de cerveja) e IM (farinha integral e mosto de cerveja).

No tempo inicial (T0) os pães elaborados com o fermento IA (farinha integral e abacaxi) apresentaram a maior contagem de bolores e leveduras. Já no tempo T6 a formulação BM (farinha branca e mosto de cerveja) apresentou a maior contagem (Tabela 7). No tempo final (T10) a formulação BM (farinha branca e mosto de cerveja) apresentou maior contagem.

Considerando que a farinha possui diversos microrganismos, abrangendo várias leveduras e bactérias, a estabilidade do ecossistema *sourdough* é atingida dentro de uma semana (WECKX et al, 2011). Assim, o tipo e a qualidade (enzimática, microbiológica, nutricional, e qualidades de textura) da farinha de cereais utilizada na elaboração dos pães e do fermento é de extrema importância, pois esta matéria-prima é, de fato, uma fonte importante de nutrientes (aminoácidos, ácidos graxos, minerais, vitaminas e outros fatores de crescimento), sendo a levedura uma das maiores dependentes dessas fontes de nutrição (VAN DER MEULEN et al., 2007).

O grau de hidratação da massa, o tipo de cereal utilizado, a temperatura de fermento e manutenção do fermento são importantes na determinação das espécies encontradas no fermento. O volume do pão depende sobretudo do desenvolvimento adequado das dessas leveduras, que é influenciado pela composição e o pH do meio (GOBETTI et al., 1994).

Os bolores e leveduras constituem um grande grupo de microrganismos, a maioria originária do solo ou do ar. Os bolores são extremamente versáteis, uma vez que a maioria das espécies é capaz de assimilar qualquer fonte de carbono derivado de alimentos. São também muito resistentes às condições adversas, como pH, ácido e atividade de água (SILVA et al., 2010). O desenvolvimento de bolores e leveduras é rápido em alimentos ácidos e que apresentam baixa atividade de água, no entanto, o crescimento de fungos filamentosos é maior, provocando deterioração e conseqüentemente grandes prejuízos econômicos (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

#### **4. Conclusão**

Houveram diferenças entre os pães elaborados quanto suas características tecnológicas e microbiológicas.

Os pães elaborados com fermento industrial apresentaram maiores valores de cinzas e pH, sendo mais uniforme e arredondados. Já aqueles elaborados com o fermento composto por farinha integral e suco de abacaxi apresentaram maiores valores de umidade e lipídios e menor valor de pH. Os fermentos II (farinha integral e iogurte) e BM (farinha branca e mosto de cerveja) provocaram menores valores de proteínas e os fermentos II (farinha integral e iogurte) e FC (fermento biológico liofilizado industrial) apresentaram maiores valores de carboidratos nos pães.

O fermento IA (farinha integral e suco de abacaxi) fez com que a cinética de fermentação da massa aumentasse.

Observou-se que após o assamento, os pães BM (farinha branca e mosto de cerveja) tiveram a menor contagem de bolores e leveduras. Este comportamento ocorreu até os 6 dias de armazenamento, sendo que ao final (T10) apresentou com maior crescimentos que os demais.

Os resultados obtidos mostraram que o tempo de vida útil foi maior para os pães elaborados com os fermentos naturais, que também apresentaram menores valores médios para pH e maiores valores médios para acidez, além dos maiores teores de umidade, o que favorece a maciez nos pães ao longo do tempo de estocagem. Em contrapartida, a umidade elevada pode favorecer o meio para o crescimento de bolores e leveduras, o que faz com que os pães elaborados com os fermentos naturais demandem maior controle das variáveis no processo fermentativo e na estocagem.

Os pães elaborados com o fermento IA (farinha integral e suco de abacaxi) apresentaram os maiores valores médios para a cinética de fermentação, umidade, teor proteico e cinzas, o que indica grande disponibilidade de minerais. Quando comparado aos demais fermentos, os pães elaborados com o fermento IA (farinha integral e suco de abacaxi) apresentaram o melhor desempenho para as propriedades tecnológicas e microbiológicas.

Sugere-se como trabalhos futuros, a realização de análises sensoriais com a finalidade de conhecer a aceitabilidade dos pães de leite elaborados com fermentos naturais.

## 5. Referências

- ABDULLAH, M. Quality Evaluation of Bakery Products. En Computer Vision Technology for Food Quality Evaluation, Academic Press, Amsterdam (2008), pp. 481-522.
- ABIP- Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria. Estudo de Tendências: Perspectivas para a Panificação e Confeitaria 2009/2017.
- ABIP - Associação Brasileira da Industria Panificação e Confeitaria. Indicadores da panificação e confeitaria brasileira em 2019: Desempenho das Panificadoras e Confeitarias Brasileiras em 2019.
- ABIP - Associação Brasileira da Industria Panificação e Confeitaria. Indicadores da Panificação e Confeitaria Brasileira em 2019: Desempenho das Panificadoras e Confeitarias Brasileiras em 2019.
- ABIP, Associação Brasileira da Industria de Panificação e Confeitaria. Visão do Setor de panificação e confeitaria para o futuro. 2014.
- ABITRIGO (Brasil) (Org.). Conhecimento: TRIGO É ENERGIA PARA NOSSO CORPO. 2019.
- AKSU, T; BAYTOK, E; BOLAT, D. Effects of a bacterial silage inoculant on corn silage fermentation and nutrient digestibility. Small Ruminant Research, v. 55, p. 249-252, 2004.

AOAC. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists (2003). Official Analytical Chemists, 18th ed., Arlington.

APLEVICZ, K.S. Identificação de bactérias lácticas e leveduras em fermento natural obtido a partir de uva e sua aplicação em pães. 2013. 162f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

APLEVICZ, K. S.; OGLIARI, P. J.; SANT'ANNA, E. S. Influence of fermentation time on characteristics of sourdough bread. *Brazilian Journal Of Pharmaceutical Sciences*, v.49, n.2, p.233-239, 2013.

ARORA, K.; AMEUR, H.; POLO, A.; CAGNO, R.; RIZELLO, C.; GOBETTI, M. Thirty years of knowledge on sourdough fermentation: A systematic review *Trends in Food Science & Technology*, 108 (2021), pp. 71-83.

ARENDRT, E. K.; LIAM, A. M. R.; DAL BELLO, F. Impact of sourdough on the texture of bread. *Food Microbiology*, v.24, n.2, p.165-74, 2007.

ASHAOLU, T.J.; REALE, A. Uma revisão holística sobre cereais e vegetais fermentados por bactérias lácticas euro-asiáticas. *Microorganismos*, 8 ( 8 ) ( 2020 ), pp. 1-24 , 10.3390 / microorganismos8081176

BROYART, B.; TRYSTRAM, G.; DUQUENOY, A. Predicting colour kinetics during cracker baking, *Journal of Food Engineering*, v.35, n.3, p.351-368, 1998.

BODROZA-SOLAROV, M.; FILIPCEV, B.; KEVRESAN, Z.; MANDIC, A.; SIMURINA, O. Quality of bread supplemented with popped *Amaranthus cruentus* grain. *Journal of Food Process Engineering*, v.31, p.602–618, 2008.

BORTOLI, Daiane A. da S.; SANTOS, Flávio dos; STOCCO, Nádia M.; ORELLI Jr., Alessandro; TOM, Ariel; NEME, Fernanda F.; NASCIMENTO, Daniela Defavarido. *Leveduras e produção de cervejas*, 2013.

BORTOLI, D. A. S.; SANTOS, F.; STOCCO, N. M.; ORELLI, A.; TOM, A.; NEME, F. F.; DEFAVARI, D. N. Multiplicação de leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) cervejeiras utilizando meios de cultura a base de açúcar mascavo, *Bioenergia em Revista: Diálogos*, ano 3, n.2, p.50-68, 2013.

BRANDÃO, S. S.; LIRA, H. L. Técnico em alimentos: Tecnologia da Panificação e Confeitaria. Recife: EDUFRPE, 2011. 150p.

BRASIL. Resolução-RDC Nº 263, DE 22 de setembro de 2005 da Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Regulamento Técnico para Produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos. 2005.

BRÜMMER, J. M.; LORENZ, K.. European developments in wheat sourdoughs. *Cereal Food World*, v.36, p.310-314, 1991.

BUCK, R. P.; RONDININI, S.; COVINGTON, A. K.; BAUCKE, F. G. K.; BRETT, C. M. A.; CAMÕES, M. F.; MILTON, M. J. T. MUSSINI, T.; NAUMANN, R.; PRATT, K. W.; SPITZER, P.; WILSON, G. S. measurement of pH. Definition, standards, and procedures. *Pure and Applied Chemistry*, v.74, n.11, p.2169–2200, 2002.

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.

CASTRO, T. M. N, ZAMBONI, P. V, DOVADONI, S., NETO, A. C., RODRIGES, L. J., Parâmetros de qualidade de polpas de frutas congeladas — IFTM — 2015.

CATZEDDU, P. Pães de fermentação natural e sua fortificação na saúde e prevenção de doenças (Mestrado), Universidade de São Paulo, 2019.

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

CECCHI, H. M. Fundamentos teóricos e práticos em análises de alimentos. 2. ed. Campinas: Editora da Unicamp, 2003.

CLARKE, C. I; SCHOBER, T. J.; ANGST, E.; ARENDT, E.K. Use of response surface methodology to investigate the effects of processing conditions on sourdough wheat bread quality. *European Food Research and Technology*, v.217, p.23-33, 2003.

CODA, R.; DI CAGNO, R.; EDEMA, M.O.; NIONELLI, L.; GOBBETTI, M. Exploitation of acha (*Digitaria exiliis*) and Iburu (*Digitaria Iburua*) flours: Chemical characterization and their use for sourdough fermentation. *Food Microbiology*, v.27, n.8, p.1043-1050, 2010.

CORSETTI, A.; SETTANNI, L. Lactobacilli in sourdough fermentation. *Food Research International*, v.40, p.539-558, 2007.

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

ESTELLER, M. S. et al. Uso de açúcares em produtos panificados. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 24, n. 4, p. 602-607, dez. 2004.

ESTELLER, M. S. Fabricação de pães com reduzido teor calórico e modificações reológicas ocorridas durante o armazenamento — Mestrado — Universidade de São Paulo, 2004.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Revista Ciência e Agrotecnologia* v.38, p.109-112. 2014.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. *Microbiologia dos Alimentos*. São Paulo: Editora Atheneu, 2008.

FREIRE, F. C. O. A Deterioração Fúngica de Produtos de Panificação no Brasil: Comunicado Técnico 174. Fortaleza: Embrapa, 2011. 5 p.

GOBBETTI, M. et al. The sourdough microflora. Interaction between lactic acid bacteria and yeasts: metabolism of carbohydrates. *Applied Microbiology and Biotechnology*. Berlin, v.41, p.456-460, 1994.

GÉLINAS, P. Active dry yeast: lessons from patents and science. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, v.18, p. 1227-1255, 2019.

GÉLINAS, P.. Active Dry Yeast: lessons from patents and science: Lessons from Patents and Science. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, v.18, n.4, p.1227-1255, 2019.

GRAÇA, C.; EDELMANN, M.; RAYMUNDO, A.; SOUSA, I.; CODA, R.; SONTAG-STROHM, T.; HUANG, X. Iogurte como starter na fermentação de fermento natural para melhorar as propriedades tecnológicas e funcionais do pão de trigo fermentado — *Journal of Funcional Food*, v.88, 2022.

GREER, E. N.; STEWART, B. A. The water absorption of wheat flour: Relative effects of protein and starch. *Journal of the Food and Agriculture*, v.10, n.4, p.248-252, 1959.

GUERREIRO, L. Dossiê Técnico – Panificação. Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro. 34p, 2006.

GUIDINI, C. Z. Fermentação alcoólica em batelada alimentada empregando *Saccharomyces cerevisiae* de características floculantes (Mestrado) — UFU, 2013.

GURJÃO, F. F. Produção, armazenamento e utilização de farinha de grãos de abóbora em panificação (Mestrado) — UFCG, 2011.

HATHORN, C. S. et al. Comparison of chemical, physical, micro-structural, and microbial properties of breads supplemented with sweetpotato flour and high-gluten dough enhancers. *LWT – Food Science and Technology*, v.41, n.5, p.803-815, 2008.

IAL- INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). Métodos físico-químicos para análise de alimentos / coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea. Secretaria de Estado da Saúde. 4ª edição. 1ª Edição digital. 2005, p. 161-320, 567-587.

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: 26 março 2021.

KATINA, K.; SAURI, M.; ALAKOMI, H. L.; MATTILA-SANDHOLM, T. Potencial of acid lactic bacteria to inhibit rope spoilage in wheat sourdough bread, *Espoo*, v.35, p.38-45, 2002.

KHAN ACADEMY, Ácidos, bases, pH e soluções tampão: Acidez e basicidade, concentração de prótons, escala de pH e tampões, 2016.

AHRNÉ, L.; ANDERSSON, C.; FLOBERG, P.; ROSÉN, J.; LINGNERT, H. Effect of crust temperature and water content on acrylamide formation during baking of white bread: steam and falling temperature baking, *LWT - Food Science and Technology*, v.40, n.10, p.1708-1715, 2007.

LARA, E.; CORTÉS, P.; BRIONES, V.; PÉREZ, M. Structural and physical modifications of corn biscuits during baking process, *LWT - Food Science and Technology*, v.44, n.3, p.622-63, 2011.

LAU, M. H.; TANG, J.; SWANSON, B. G. Kinetics of textural and colour changes in green asparagus during thermal treatments. *Journal of Food Engineering*, v.45, n.4, p.231-236, 2000.

LAURY, L. M. A bread fermentation: compounds and compositions. 2019

LOPES, A. R. Produção de ácido láctico por *Lactobacillus* em diferentes meios de cultivo. (Mestrado) — Universidade Estadual Paulista, 2008.



MANTZOURANI, I.; PLESSAS, S.; ODATZIDOU, M.; ALEXOPOULOS, A.; GALANIS, A.; BEZIRTZOGLU, E.; BEKATOROU, A. Effect of a novel *Lactobacillus paracasei* starter on sourdough bread quality. *Food Chemistry*, [s. l.], v. 271, p. 259-265, jan. 2019.

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

MCGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. *Horticultural Science*, v. 27, 1992.

MOHD, Y; CHIN, N; YUSOF, Y; RAHMAN, R. Medição da espessura da crosta dos pães utilizando imagem digital e sistema de cores Lab. 2009

MOTA, L. T. R.; TULINI, F. L.; SOUZA, V. B; MARYINS, M. V. Análise nutricional e sensorial de pães produzidos a partir de fermentação natural e enriquecidos com ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* mill), 2021.

MUXEL, A.. Descomplicando a Bioquímica Cervejeira, 2019. Disponível em: <<https://amuxel.paginas.ufsc.br/files/2019/05/A-Bioqu%C3%ADmica-da-Cerveja.pdf>>.

NEVES, N. A.; GOMES, P. T. G.; CARMO, E. M. R; SILVA, B. S; AMARAL, T. N.; SCHMIELE, M. Utilização de fermentação natural e jabuticaba (*Plinia cauliflora*) para melhoria das características de pães de forma. *Research, Society and Development*, v.9, n.11, e90691110552, 2020.

NODARI, M. L. Elaboração de um Levain comercial a partir de leveduras obtidas de frutas orgânicas (Mestrado) — UFRGS, 2014.

NOELLO, C., et al. Avaliação da atividade enzimática de malte de trigo. *Acta Iguazu*, v.1, n.4, p.78-82, 2012.

NOGUEIRA, A. M. Desenvolvimento de pães de fermentação natural cultivado em meio adicionado de açaí em pó. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Ceará, 2021.

PAQUET-DURAND, O.; SOLLE, D.; SCHIRMER, M.; BECKER, T.; HITZMANN, B. Monitoring baking processes of bread rolls by digital image analysis, *Journal of Food Engineering*, v.111, n.2, p.425-431, 2012.

PLESSAS, S; PHERSON, L; A BEKATOROU,; NIGAM, P; A KOUTINAS. Bread making using kefir grains as baker's yeast. *Food Chemistry*, v.93, n.4, p.585- 589, 2005.

PRETO, L. T. Utilização da farinha de uva na elaboração de pães de forma — UFRGS, 2014.

PURLIS, E.; SALVADORI, V. Bread browning kinetics during baking, *Journal of Food Engineering*, v.80, n.4, p.1107-1115, 2007.

PURLIS, E. Baking process design based on modelling and simulation: towards optimization of bread baking, *Food Control*, v.27, n.1, p.45-52, 2012.

PYLER, E. J. *Baking Science & Technology*. 3ª Ed Sosland Publishing Company. Kansas, v.1, c.4, p.132-82, 1988.

QUÍLEZ, J.; RUIZ, J. A.; ROMERO, M. P. Relationships between sensory flavor evaluation and volatile and nonvolatile compounds in commercial wheat bread type baguette. *Journal of Food Science*, v.71, n.6, 2006.

REALE, A.; DI RENZO, T.; PREZIUSO, N.; PANFILI, G.; CIPRIANO, L.; MECIA, M. Estabilização de fermento natural pela técnica de spray dryer: Nova perspectiva de panificação. *Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie*, 99 ( setembro de 2018 ) ( 2019 ), pp. 468-475, 10.1016 / j.lwt.2018.10.016 \*

ROBERT, H.; GABRIEL, V.; LEFEBVRE, D.; RABIER, P.; VAYSSIER, Y.; FONTAGNÉFAUCHER, C. Study of the behaviour of *Lactobacillus plantarum* and *Leuconostoc* starters during a complete wheat sourdough breadmaking process. *LWT - Food Science and Technology*, v. 39, p. 256-265, 2006.

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.

SALES, L. C., JÚNIOR, A. M. S. Fermentação natural e sua aplicação em pães, 2019.

SANTOS, F. G.; AGUIAR, E. V.; CENTENO, A. C. L. S.; ROSELL, C. M.; CAPRILES, V. D. Effect of added psyllium and food enzymes on quality attributes and shelf life of chickpea-based gluten-free bread. *LWT*, 134, 110025, 2020.

SANTOS, S. A. Efeito do tempo na composição físico-química. Química e na atividade da bromelina do caule do abacaxizeiro *Ananás comosus* (L.) Merr. CV. Pérola armazenado em condições com e sem refrigeração. 1995. 47p. (Mestrado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, Lavras.

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*, v.5, n.6, p.2370-2380, 2011.

SAPIRSTEIN, H.; WU, Y.; KOKSEL, F.; GRAF, R. A study of factors influencing the water absorption capacity of Canadian hard red winter wheat flour. *Journal of Cereal Science*, v.81, p.52-59, 2018.

SHITTU, T. A.; DIXON, A.; AWONORIN, S. O.; SANNI, L. O.; MAZIYA-DIXON, B. Bread from composite cassava-wheat flour. II: Effect of cassava genotype and nitrogen fertilizer on bread quality. *Food Research International*, v.41, p.569-578, 2008.

SIEPMANN, F.B.; RIPARI, V.; WASZCZYNSKYJ, P.N.; SPIER, M.R.

Visão geral da tecnologia de fermento natural: da produção ao marketing

*Tecnologia de Alimentos e Bioprocessos*, 11 ( 2 ) ( 2018 ), pp. 242-270, 10.1007 / s11947-017-1968-2

SILVA, N. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água. 4. ed. São Paulo: Varela, 2010.

SKOOG, D.; WEST, D.; HOLLER, J.; CROUCH, S. Fundamentos de química analítica, 2014.

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

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*, v.24, n.1, p.13-18, 2012.

THYS, R. C. S.; NITZKE, J. R. Avaliação da Qualidade Tecnológica/Industrial da Farinha de Trigo, 2010.

TIRLONI, L. Aplicação tecnológica de fermento natural “levain” em substituição ao processo tradicional de elaboração de pães, 2017.

VAN DER MEULEN, Roel; SCHEIRLINCK, Ilse; VAN SCHOOR, Ann; HUYS, Geert; VANCANNEYT, Marc. VANDAMME, Peter, DE VUYST, Luc. Population

Dynamics and Metabolite Target Analysis of Lactic Acid Bacteria during Laboratory Fermentations of Wheat and Spelt Sourdoughs. *APPLIED AND ENVIRONMENTAL MICROBIOLOGY*, Aug. 2007, p. 4741–4750 Vol. 73, No. 15

VANNUCCHI, H. Aplicações das recomendações nutricionais adaptadas à população brasileira. Ribeirão Preto; Editora Legis Suma Ltda., v.2, 1990.

VUYST, L.; KERREBROECK, S. Van; HUYS, G.; DANIEL, H.M.; WECKX, S. Microbial ecology of sourdough fermentations: Diverse or uniform?. *Food Microbiology* v.37, p.11–29, 2014.

VUYST, L.; VANCANNEYT, M. Biodiversity and identification of sourdough lactic acid bacteria. *Food Microbiology*, v. 24, n. 2, p. 120-127, 2007.

WANG, S.; FERNANDES, S.; CABRAL, L. Solubilidade de nitrogênio, dispersibilidade de proteína e propriedades emulsificantes dos extratos hidrossolúveis desidratados de arroz e soja. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.20, n.1, 2000.

WECKX, S., ALLEMEERSCH, J., VAN DER MEULEN, R., VRANCKEN, G., Huys, G., VANDAMME, P., VAN HUMMELEN, P., DE VUYST, L., 2011. Metatranscriptome analysis for insight into whole-ecosystem gene expression during spontaneous wheat and spelt sourdough fermentations. *Appl. Environ. Microbiol.* 77, 618e626.