



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE SERGIPE - CAMPUS SÃO
CRISTÓVÃO CURSO
SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS



MOISÉS DA SILVA ANDRADE

**DESENVOLVIMENTO DE PÃES UTILIZANDO A TÉCNICA DE FERMENTAÇÃO
NATURAL**

SÃO CRISTÓVÃO – SE
2023

MOISÉS DA SILVA ANDRADE

**DESENVOLVIMENTO DE PÃES UTILIZANDO A TÉCNICA DE FERMENTAÇÃO
NATURAL**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe, como pré-requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos.

**Orientador: Prof. Dr. Afram Domingos Silva de
Meneses**

SÃO CRISTÓVÃO – SE
2023

IFS - Biblioteca do Campus São Cristóvão

A554d Andrade, Moisés da Silva
Desenvolvimento de pães utilizando a técnica de fermentação natural /
Moisés da Silva Andrade. - São Cristóvão-SE, 2023.
48 f.; il.

Monografia (Graduação) – Tecnologia em Alimentos. Instituto Federal
de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – IFS, 2023.
Orientador: Professor Dr. Afran Domingos Silva de Meneses.

1. Levain . 2. Fermentação natural. 3. Produção de pães. I. Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe – IFS. II. Título.

CDU: 664.654

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE
CAMPUS SÃO CRISTÓVÃO

CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

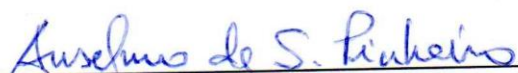
TERMO DE APROVAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

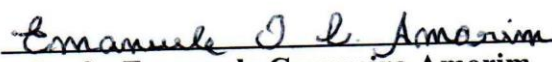
**DESENVOLVIMENTO DE PÃES UTILIZANDO A TÉCNICA DE FERMENTAÇÃO
NATURAL**

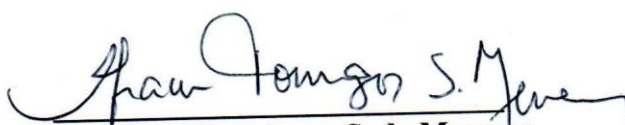
MOISÉS DA SILVA ANDRADE

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado às 15 horas do dia 23 de janeiro de 2023, como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos. O candidato foi arguido pela banca examinadora composta pelos examinadores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Banca Examinadora


Prof. Anselmo de Souza Pinheiro
IFS - São Cristóvão


Profa. Emanuele Cerqueira Amorim
IFS - São Cristóvão


Prof. Afram Domingos S. de Meneses
| IFS - São Cristóvão

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado forças para chegar até aqui, sempre iluminando meu caminho, dando sabedoria e discernimento para realizar e fazer o melhor durante toda a graduação e durante a realização desta pesquisa.

Agradeço aos meus pais Egídio Teles de Andrade e Elvira da Silva Andrade *in memória*, também não poderia deixar de agradecer a minha irmã Maria Eliana e seu esposo José Lino por ter me ajudado a chegar até aqui, sempre me apoiando quando precisei. Agradeço também aos demais familiares que contribuíram para a concretização da graduação.

Agradeço aos irmãos da comunidade Bom Pastor e em especial a Jorgeval por suas contribuições quando precisei, ao meu orientador Professor Dr. Afram Domingos Silva de Meneses e aos professores que compuseram a banca Prof. Dr. Anselmo de Souza Pinheiro, Prof. Dr. Bruno Sales de Oliveira e a Prof. Me. Emanuele Cerqueira Amorim.

Agradeço aos meus amigos por sempre estarem presentes nesta caminhada apoiando-me e auxiliando-me sempre que foi necessário.

Por fim, agradeço a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização desta pesquisa, durante os anos de graduação e por todo apoio e companheirismo oferecidos.

*O entusiasmo é a maior força de nosso ser;
conserva-o e nunca te faltará poder para
consequires o que desejas.*

(Napoleon Hill)

RESUMO

O pão é considerado um alimento básico, apresentando o processo mais antigo de produção, sendo consumido mundialmente e apreciado por diversas culturas nos diferentes tipos e formas. Atualmente apresenta várias formas de ser produzido, podendo ser usado diferentes tipos de farinhas, diferentes processos fermentativos, inclusão, retirada ou substituição de ingredientes. Nesse sentido, considerando sua imensa diversidade, este estudo teve como objetivo avaliar as características físico-químicas e microbiológicas de pães elaborados por meio da fermentação natural. Para tal foi realizada uma pesquisa científica de campo seguindo modelos de análises já estabelecidos para verificar as características físico-químicas e microbiológicas dos pães produzidos. Inicialmente foi realizada a produção do fermento natural, em seguida foi realizada a produção dos pães no Laboratório de Massas Alimentícias do IFS *campus* São Cristóvão. Após a produção dos pães, foram encaminhadas amostras da massa dos pães produzidos para o ITPS para que fossem realizadas as análises físico-químicas e microbiológicas. A partir dessas análises foi possível evidenciar que os aspectos quanto às proteínas totais, às gorduras totais, carboidratos, umidade, acidez total e pH, encontram-se dentro dos limites e parâmetros estabelecidos na legislação brasileira. Para a análise microbiológica notou-se que os micro-organismos (*Salmonella*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus* coagulase positiva e bolores e leveduras) verificados, atendiam aos limites e parâmetros estabelecidos pela Instrução Normativa nº 161, do Ministério da Saúde, de 2022.

Palavras-chave: levain; fermentação natural; produção de pães.

ABSTRACT

Bread is a staple food, presenting the oldest production process, and is consumed worldwide and appreciated by different cultures in different types and forms. Currently, it has several ways of being produced, with the possibility of using different kinds of flour, different fermentation processes, and inclusion, removal, or replacement of ingredients. Hereupon, when we consider its immense diversity, this study aimed to evaluate the physical-chemical and microbiological characteristics of bread made through natural fermentation. For this, scientific research was performed by following already established analysis models to verify the physical-chemical and microbiological features of the bread produced. Initially, the production of natural yeast was carried out, followed by the production of bread in the Laboratory of Pasta of the IFS campus in São Cristóvão. After making pieces of bread samples of their dough were sent to the ITPS for physical-chemical and microbiological analyses. From these analyses, it was possible to show that the aspects regarding total proteins, total fats, carbohydrates, moisture, total acidity, and Ph are within the limits and parameters established in Brazilian legislation. For the microbiological analysis, it was noted that the microorganisms (*Salmonella*, *Escherichia Coli*, Coagulase-positive *staphylococcus* and molds and yeast) that were verified met the limits and parameters established by Normative Instruction No. 161, of the Ministry of Health, of 2022.

Keywords: levain; natural fermentation; bread production.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO13

1.1 OBJETIVOS14

1.1.1 Objetivo Geral14

1.1.2 Objetivos Específicos14

1.2 JUSTIFICATIVA15

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA16

2.1 ORIGEM DO PÃO16

2.2 FERMENTAÇÃO NATURAL E BIOLÓGICA17

2.3 PRODUÇÃO DO PÃO19

2.4 INGREDIENTES E SEU PAPEL TECNOLÓGICO NA PANIFICAÇÃO19

2.4.1 Farinha de trigo19

2.4.2 Sal24

2.4.3 Água25

2.4.4 Fermento25

2.4.5 Ingredientes enriquecedores: açúcar, leite e gordura26

3 METODOLOGIA27

3.1 PREPARAÇÃO DO FERMENTO NATURAL27

3.2 ELABORAÇÃO DO PÃO28

3.3 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICAS30

3.3.1 Determinação de umidade30

3.3.2 Determinação de carboidratos30

3.3.3 Determinação de proteínas30

3.3.4 Determinação de resíduo mineral fixo (cinzas)31

3.3.5 Determinação de gorduras31

3.4 ANÁLISE MICROBIOLÓGICAS31

3.4.1 Preparação da amostra para análise32

3.4.2 Determinação das 3333

3.4.3 Determinação de 3333

3.4.4 Determinação de 34343434

4 RESULTADOS35

5 DISCUSSÃO37

6 CONCLUSÃO40

REFERÊNCIAS42

APÊNDICE A - IMAGENS DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DOS PÃES51

1 INTRODUÇÃO

O pão, alimento básico mundialmente consumido, é considerado o processo de produção mais antigo, apreciado pelas diversas culturas, nos diferentes tipos e formas. O cultivo do trigo, dentre vários outros grãos presentes na Antiguidade (aveia, cevada, sorgo, etc.) utilizados para a alimentação, foi sendo modificado ao longo dos séculos. O processo de fabricação consistia na moagem grosseira dos grãos, adicionados à água, formando uma espécie de mingau, ou cozido fazendo uma espécie de bolo não levedado (ABIP, 2015).

A origem do pão é incerta, mas sabe-se que seu surgimento acompanha o início da agricultura e do plantio de trigo, com indícios de consumo de massa crua feita de farinha e água há cerca de 12.000 anos atrás, posteriormente essa massa passou a ser fermentada e assada, dando origem ao pão, primeiramente pelos egípcios, em torno de 3.000 a.C., quando esses descobriram a fermentação do trigo (ESTELLER, 2007). Ao longo do Rio Nilo, foram encontradas tumbas contendo murais que mostram o plantio, a colheita e a moagem de trigo e a fabricação de pão (VITTI, 2001; SEBESS, 2014; VILANOVA *et al.*, 2015; ARAÚJO *et al.*, 2015).

A fermentação natural pela qual o pão passou ocorreu por acaso, quando um pedaço de massa foi esquecido a céu aberto e acabou inoculado por bactérias e leveduras existentes no ambiente. Resultou, inicialmente, na fermentação alcoólica que evoluiu para a fermentação ácida e alterou a consistência dessa massa, aumentando seu volume (CANELLA-RAWLS, 2020).

Descobriu-se que a massa levedada, ao ser misturada a uma massa fresca destinada a fabricar pães, acarretava numa melhoria do processo de fabricação do pão. Deste modo, os egípcios teriam incorporado esta técnica de fermentação na produção de pães, que foi amplamente estimulada pela invenção de fornos fechados, tendo perdurado até meados do século XIX (CANELLA-RAWLS, 2020).

Assim, evidencia-se a importância do fermento na elaboração deste tipo de alimento. A legislação brasileira define o fermento biológico, também denominado levedura ativa, como o produto obtido de culturas puras da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, por procedimento tecnológico adequado, cujo objetivo é dar sabor próprio e aumentar o volume e a porosidade dos produtos forneados, conforme anexo II da resolução da ANVISA – CNNPA n.º 38 (BRASIL, 1977).

Apesar da vasta utilização da fermentação natural, as contribuições dos

estudos de Pasteur impeliram o uso do fermento biológico comercial, o qual rapidamente passou a ser incorporado ao processo de panificação. A produção industrial em larga escala desencadeou a substituição paulatina da fermentação natural, que ficou restrita a reduzido número de usuários. No entanto, nos últimos anos, a valorização dos produtos artesanais e o crescente estímulo à cultura do consumo de produtos orgânicos vêm trazendo um retorno à utilização de fermento natural na panificação (CAMARGO, 2016).

O fermento natural (*levain* ou *sourdough*) é caracterizado como uma mistura de farinha de cereais composta por uma população heterogênea de bactérias láticas e leveduras, desenvolvida por fermentação espontânea ou iniciada por meio da adição de cultura starter (VUYST; NEYSENS, 2005; CORSETTI; SETTANNI, 2007; VUYST; VANCANNEYT, 2007).

Neste contexto, o presente estudo teve como base analisar os aspectos de pães produzidos com farinha de trigo e fermento natural, verificando características físico-químicas e microbiológicas que refletem a qualidade do preparo e da produção.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar as características físico-químicas e microbiológicas de pães elaborados por meio da fermentação natural.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Desenvolver fermento natural em ambiente controlado;
- Elaborar pães pelo processo de fermentação natural;
- Realizar a caracterização físico-químicas (umidade, carboidratos, proteína total, resíduo mineral fixo (cinzas), gordura total, acidez total e potencial hidrogeniônico) dos pães produzidos;
- Determinar as características microbiológicas referentes à *Salmonella*, *B. cereus* presuntivo, *Estafilococos* coagulase positiva, *Escherichia coli* e bolores e leveduras.

1.2 JUSTIFICATIVA

Entende-se que o método natural de fermentação em seu processo foi utilizado há séculos, tendo proporcionado um fator de grande desenvolvimento da panificação em todo o mundo. Esse método teve sua evolução ofuscada pela fermentação biológica comercial a partir do século XIX, e em estado crescente até os dias de hoje. Com o advento da panificação artesanal, a fermentação natural ganha força e tem seu crescimento nos grandes centros e capitais com a produção de pães.

A abordagem do tema produção de pães por fermentação natural é de grande importância devido a constatação das inúmeras vantagens do fermento natural que se traduzem em sabor, aroma, textura interna macia e crostas crocantes, além de maior digestão e tempo de prateleira favorável face ao biológico comercial.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ORIGEM DO PÃO

O pão é um dos produtos mais consumidos no mundo, nas diferentes formas e tamanhos, dependendo dos hábitos locais e culturas. Estima-se que ao menos 1,8 bilhões de pessoas são consumidoras de diferentes tipos de pães em torno do mundo (CHAVAN; CHAVAN, 2011).

Pão é o produto obtido pela cocção, em condições tecnologicamente adequadas, de uma massa fermentada ou não, preparada com farinha de trigo e/ou outras farinhas que contenham naturalmente proteínas formadoras de glúten ou adicionadas delas próprias e água, podendo conter outros ingredientes (BRASIL, 2005).

A origem e desenvolvimento do pão é incerta, mas estima-se que seu surgimento ocorreu a partir do momento em que o homem se dedicou à agricultura e na observação do crescimento dos grãos existentes na natureza. Alguns indícios apontam que isso tenha ocorrido há mais de 12.000 anos na região da Mesopotâmia, a partir principalmente do cultivo de trigo (SEBRAE, 2017).

Época da qual datam as primeiras elaborações de farinha, produzida a partir de grãos de cereais triturados entre pedras planas, obtendo-se assim uma farinha rústica. A seguir, essa farinha era misturada com água, formando uma espécie de creme que era secado ao sol, sobre pedras ou brasas, tendo como resultado disso uma espécie de torta dura parecida com uma bolacha (SEBESS, 2014).

A diversidade dos grãos cultivados para produção de alimentos proporcionou, ao passar dos anos, o conhecimento da fermentação das massas a partir do trigo, surgindo o pão. Esse processo foi descoberto por acaso mediante um processo natural de fermentação, que em algum momento da história, uma massa foi de forma não intencional colocada em condições adequadas de temperatura, umidade e quantidade de tempo necessária para que a fermentação ocorresse, acredita-se que as primeiras fermentações começaram a partir de micro-organismos que estavam presentes no ar (SEBRAE, 2017).

O processo de fermentação foi uma técnica desenvolvida pelos egípcios por volta de 3.000 a.C., dando ao pão o aspecto pelo qual o conhecemos hoje em dia (CUNHA, 2012). Assim, os indícios mostram que os egípcios foram os primeiros a

consumir massa fermentada e assada, conhecida como pão (ESTELLER, 2007). Em seguida, a produção do pão passou a ser praticada pelos hebreus e com o passar do tempo se espalhou para outras regiões, chegando ao Brasil no início do século XX (BRITES; GUERREIRO, 2008).

Desse modo, observa-se que os pães resultaram de uma evolução lógica da massa obtida com cereais e água, esse alimento inicialmente teve a forma de focaccia, cozida na pedra quente, como se faz ainda em muitos países (SEBESS, 2014). Nas formas mais antigas de se produzir o pão, ele era bem diferente comparado ao que é produzido hoje na indústria atual, é possível que haja semelhança aos modernos pães amassados do Oriente Médio (CAUVAIN; YOUNG, 2009).

Historicamente o pão tem sua origem da farinha extraída do trigo. Outros cereais, leguminosas e até mesmo legumes e frutas podem ser moídos, produzindo uma "farinha", no entanto, a capacidade das proteínas de transformar o mingau de farinha e água em uma massa elástica, que se torna pão, limita-se em geral ao trigo e a algumas outras sementes de cereais habitualmente utilizadas (CAUVAIN; YOUNG, 2009).

A indústria de pães tem feito uma revolução nos seus últimos 150 anos de produção. As pequenas produções artesanais abriram espaço para a alta tecnologia industrial panificável, sendo desenvolvidas e aplicadas diferentes técnicas de produção de pães, para atender à crescente demanda e às exigências do mercado atual (DECOCK; CAPPELLE, 2005).

2.2 FERMENTAÇÃO NATURAL E BIOLÓGICA

Pães de fermentação natural começaram a ser desenvolvidos por volta de 3.000 a.C., no entanto, um evento de grande importância foi a descoberta de que se a massa de farinha e água for deixada em repouso por algum tempo ela crescerá em volume, mesmo sem haver altas temperaturas de cozimento ou assamento (CAUVAIN; YOUNG, 2009).

A fermentação natural consiste em uma mistura de farinhas de cereais cuja composição é desenvolvida por uma colônia heterogênea de bactérias lácticas e leveduras, com seu desenvolvimento no fermento natural espontâneo ou introduzida por meio da inoculação de cultura starter (VUYST; NEYSENS, 2005; CORSETTI; SETTANNI, 2007; VUYST; VANCANNEYT, 2007).

Diferentemente dos pães produzidos normalmente pela levedura *Saccharomyces cerevisiae*, os pães produzidos com fermentação natural buscam melhorar a partir da massa, a textura, aroma e sabor, e a retardar o envelhecimento do pão e possíveis contaminações por bolores e bactérias (VALDEZ *et al.*, 2010).

O fermento natural ou *sourdough* é obtido a partir de uma mistura de cereais e água que é fermentada devido à metabolização de bactérias ácido lácticas (BAL) e leveduras. Alguns outros micro-organismos, como bactérias ácido acéticas (BAA), podem estar presentes, sendo adicionados ou não à cultura starter. Outras formas de se obter a fermentação natural é utilizando frutas, iogurte, tubérculos e raízes amiláceas (KERREBROECK *et al.*, 2018; STEFANELLO, 2014).

Segundo parâmetros de produção tecnológicos, há três tipos de fermentos naturais e podem ser classificados da seguinte forma: preparado em temperatura ambiente e alimentado diariamente; obtido a partir de processo industrial utilizando temperaturas fermentativas bem elevadas, acima de 30°C, durante um longo tempo; e, criado por culturas starters diferenciadas (APLEVICZ, 2013).

Quando utilizado qualquer um dos fermentos naturais indicados, percebe-se uma melhora na qualidade do pão em alguns aspectos, como: salto de forno, cor, aroma, sabor e melhora na disponibilidade dos nutrientes, entre outros (BULTOSA, 2019).

Os efeitos atribuídos à fermentação natural se dão por conta dos metabólitos produzidos, que geralmente são ácidos orgânicos, os polissacarídeos e as enzimas. Os ácidos orgânicos são responsáveis por funções importantes no processo de produção do pão, como: prolongar a vida de prateleira, qualidade sensorial e melhora dos aromas no fermento (SU *et al.*, 2019).

No que se refere aos fermentos biológicos, estes são obtidos de culturas puras de leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) por procedimento tecnológico adequado e empregado para dar sabor próprio e aumentar o volume e a porosidade dos produtos forneados (BRASIL, 1977).

Nesta categoria de fermento, encontram-se três tipos: fermento fresco ou prensado, que é o mais comumente encontrado em panificação; fermento biológico seco, obtido por meio da secagem do fermento biológico fresco; fermento biológico seco instantâneo, o qual trata-se de um fermento biológico seco capaz de encurtar o tempo de fermentação em até 50%. Este tipo de fermento tem sido cada vez mais utilizado por causa de sua praticidade e facilidade de conservação (SEBESS, 2014).

2.3 PRODUÇÃO DO PÃO

No Brasil, os pães de maior consumo são o pão francês e o pão de forma. Segundo a Associação Brasileira das Indústrias de Biscoitos, Massas Alimentícias e Pães & Bolos Industrializados (Abimapi), nos últimos anos, o mercado nacional registrou crescimento no consumo e venda de pães. De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria (ABIP), são mais de 70 mil padarias espalhadas pelo Brasil. Em 2021, o mercado de panificação e confeitaria faturou R\$ 105,85 bilhões no país, um crescimento de 15,3% em relação a 2020, segundo o presidente da Associação, Paulo Meneguelli.

O processo de produção do pão é complexo e compreende algumas etapas, como: pesagem de ingredientes, amassamento, fermentação, divisão e modelagem e segunda fermentação (em alguns casos), forneamento e resfriamento. Na fabricação do pão, o uso de algumas farinhas como trigo, centeio, cevada e aveia são comuns, devido às propriedades funcionais existentes no glúten (gliadina e glutenina) e sua capacidade de reidratação e de formar uma massa coesa e viscoelástica (WU *et al.*, 2017).

Na grande maioria, os produtos panificados são compostos por ingredientes que desenvolvem funções específicas no grande processo no qual se transforma a massa. Mesmo que os constituintes possam variar em nível de importância no processo de produção, todos fazem determinada função. Normalmente seus ingredientes são: farinha, fermento biológico, sal e água. Na falta de qualquer um dos ingredientes, o produto foge às suas características (KUIAVSKI *et al.*, 2020).

2.4 INGREDIENTES E SEU PAPEL TECNOLÓGICO NA PANIFICAÇÃO

Os pães são produtos formados principalmente por farinha de trigo ou outro tipo de farinha incorporada de líquidos, geralmente a água e leite, resultantes do processo de fermentação ou não e de cocção, podendo conter outros ingredientes desde que não descaracterizem o pão como tal (SOUZA, 2017).

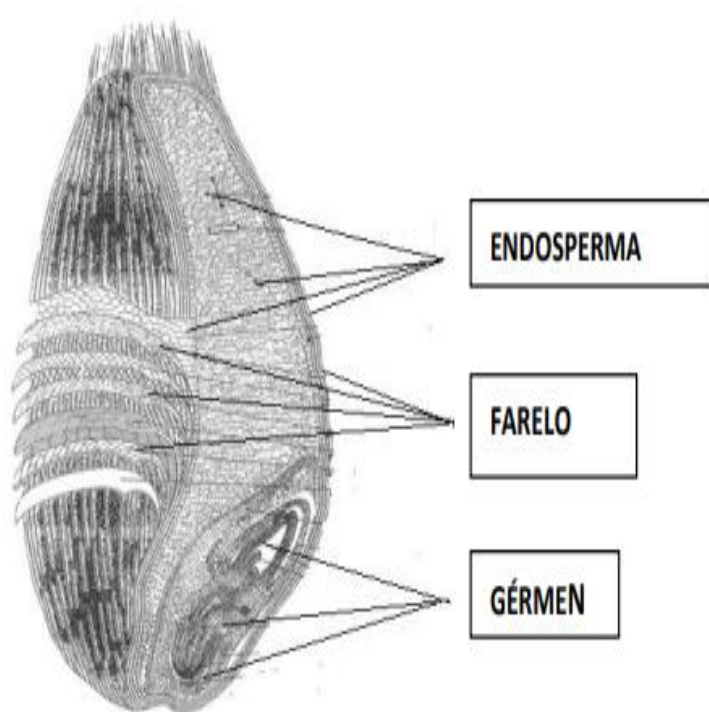
2.4.1 Farinha de trigo

A farinha é considerada o principal ingrediente no processo de produção do pão e é responsável por promover a estruturação da massa (CHAPIESKI, 2021). A

principal farinha utilizada na produção de pães é a farinha de trigo, o qual é um cereal da família das gramíneas que dá fruto seco na forma de espiga (AQUINO, 2012). Existem diversas espécies de trigo, mas a mais usada na produção de pães, bolos e outros produtos de confeitaria, é a *Triticum aestivum* L (trigo comum) (ORNELAS; KAJISHIMA; VERRUMA-BERNARDI, 2013).

A farinha de trigo é proveniente da moagem do grão inteiro de trigo, o qual possui forma oval e é composto de três principais partes, a saber: gérmen, farelo e endosperma, como mostra a Figura 1 (DEWETTINCK *et al.*, 2008).

Figura 1 - Estrutura do grão de trigo.



Fonte: Dewettinck *et al.*, 2008.

Como mostra a figura acima, o farelo ou pericarpo representa a parte externa, composto de várias camadas distintas, que são ricas em fibras e constitui entre 7 a 8% do grão (AQUINO, 2012). O endosperma é a camada intermediária do grão, rica em proteínas e constitui entre 87 a 89% do grão (CHAPIESKI, 2021). E o gérmen é a camada interna e compreende o embrião do grão, rica em gorduras e vitaminas que constitui de 2 a 3% do grão (NASCIMENTO; TAKEITI; BARBOSA, 2012).

2.4.1.1 Moagem do grão de trigo

A farinha de trigo como dito antes é resultante da moagem do grão de trigo, dependendo da parte que é moída a farinha pode ser classificada como farinha branca ou farinha integral (BARBOSA, 2014). A farinha de trigo branca é aquela proveniente da moagem somente do endosperma do grão do trigo, enquanto a farinha de trigo integral é resultante da moagem do grão de trigo inteiro, incluindo o farelo, endosperma e gérmen do grão de trigo (ALVES *et al.*, 2013).

No caso da farinha de trigo integral, essa não é tão leve quanto a farinha branca, mas como não passa pelo processo de refinamento, preserva nutrientes como fibras e vitaminas (FERREIRA, 2019).

No Brasil, a classificação do tipo de farinha é realizada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), conforme disposto na Instrução Normativa (IN) nº 8 de 2005, sendo classificada em três tipos: Tipo 1, Tipo 2 e Integral (BRASIL, 2005). As farinhas do tipo 1 são aquelas que possuem teor mínimo de proteína de 7,5%, as do tipo 2 e integral apresentam 8% de proteínas (BARBOSA, 2014). As farinhas do tipo 1 são usadas principalmente para o uso em massas frescas, para confeitarias e para panificação (BRASIL, 2005).

Outros autores ainda classificam as farinhas quanto ao teor de proteína e capacidade de desenvolver ou não glúten, em farinha forte e farinha fraca (ARNAUT, 2019). Estes referem que as farinhas de trigo para consumidores finais presentes nos supermercados possuem entre 7% a 10% de proteínas (SOUZA, 2020). Já as farinhas de uso profissional, são classificadas quanto ao teor de proteína, sendo assim: as farinhas de trigo usadas para confeitaria são fracas quando possuem um teor de 8% de proteínas; são farinhas de trigo intermediárias quando possuem teor de proteína acima de 10% e são destinadas à panificação; e, quando as farinhas de trigo possuem acima de 14% de proteínas são classificadas como fortes e são direcionadas para a produção de macarrão geralmente (VIANNA, 2018).

Quanto maior a quantidade de proteína da farinha, maior será sua força, a qual é resultante das ligações e processos químicos advindos do glúten. No território nacional as farinhas comercializadas não possuem sua força definida, porém por meio da absorção da água é possível determinar se a farinha é forte ou fraca; farinhas que absorvem mais de 60% de água são consideradas farinhas fortes (GUARIENTI, 2003).

2.4.1.2 Composição química da farinha de trigo

A farinha indicada no uso de panificação deve ser rica em proteínas que irão produzir o glúten para que a massa adquira boa consistência, sendo assim, indicada uma farinha especial do tipo forte em que a composição deve conter: entre 10,5% a 12% de proteínas, 72 a 78% de carboidratos, 2,5% de lipídios e menos de 0,5% de cinzas (AQUINO, 2012). Desse modo, a farinha de trigo é composta por amido, proteínas retidas (gliadina e glutenina que constituem o glúten), lipídios, cinzas, polissacarídeos não-amiláceos e proteínas solúveis em água (globulina e albumina) (MARTIBIANCO, 2013).

Os carboidratos são os principais nutrientes presentes no grão, sendo os principais o amido (60%), as pentosanas (6,5%), celulosas (2,5%) e açúcares redutores (1,5%) (ORO *et al.*, 2013).

O amido é o componente, de forma geral, em maior quantidade da farinha de trigo, porém a proporção de amilose e amilopectina varia conforme a fração do grão utilizada para a produção de farinha (DUARTE *et al.*, 2013). O amido é responsável por cerca de 65% da farinha de trigo e sua composição com amilose e amilopectina promovem a viscoelasticidade da massa e tem significativa importância no amassamento, na gelatinização e no processo de envelhecimento dos pães (SOUZA, 2017). A viscoelasticidade da massa decorre porque os polissacarídeos não-amiláceos absorvem várias vezes seu próprio peso em água formando misturas viscosas (ORO *et al.*, 2013). Na cocção da massa o amido se converte em gelatina, fazendo o glúten se firmar (CANELLA-RAWLS, 2020).

As proteínas presentes na farinha são principalmente a glutenina e a gliadina, que juntas compõem o glúten e fornecem o efeito elástico e a extensibilidade da massa, podendo essas proteínas absorverem entre 200% a 250% do seu peso em água, fator que contribui consideravelmente na viscoelasticidade do pão (SUAS, 2012). Assim, a união das proteínas gliadina e glutenina, proporcionam a obtenção de um produto elástico volumoso com a formação do glúten, o qual tem capacidade de reter água até três vezes o seu volume (ARNOUT, 2019). A extração do glúten do trigo ocorre através do fenômeno de solubilização, o glúten não é solúvel em solução salina de cloreto de sódio, ficando dessa forma livre para formação (BROCA; BERTAN; FRANCISCO, 2021).

Após a formação do glúten com a união dessas duas proteínas, como ilustrado na Figura 2, o processo de mecanização produzirá duas movimentações distintas, em que uma irá expandir as cadeias do glúten, ao mesmo que a outra as atrai de volta, depois de um intervalo de tempo essas cadeias irão se ampliar cada vez mais, que representa a força da massa (SUAS, 2012).

Figura 2 – Estrutura do glúten.



Fonte: Araújo *et al.*, 2015.

É importante frisar que as proteínas afetam diretamente nas propriedades da farinha principalmente em uma extensibilidade, uma vez que farinhas com alta quantidade de proteínas resultará numa cadeia forte de glúten que interferem significativamente na extensibilidade da massa e consequentemente no volume do produto (SILVA, 2018). Além disso, os pães quando feitos nessas condições podem apresentar crosta resistente ou até mesmo emborrachada e apresentar sabor amargo (FERREIRA, 2019).

Os lipídios, por sua vez, contribuem para a formação do glúten e no processo de amassamento do pão (AQUINO, 2012). Os lipídios constituem 2,5% da farinha de trigo, sendo 1% de lipídios não polares, tais como triglicerídeos, diglicerídeos, ácidos graxos livres e ésteres de esteroide. E 1,5% de lipídios polares, os quais estão divididos em dois principais grupos: os glicerídeos galactosil e os fosfolipídios (CAUVAIN; YOUNG, 2009).

Já a quantidade de cinzas presentes na farinha são variáveis, mas estão em torno de 0,5% de sua composição, nos casos da farinha de trigo integral com 100% de extração, tem um teor de cinza de 1,5% (MARTIBIANCO, 2013). As cinzas interferem nas características de fermentação (SUAS, 2012).

Cabe destacar que, para uso doméstico as farinhas devem conter no máximo 2% de cinzas, enquanto para uso industrial devem conter no máximo 2,5% devendo respeitar os critérios específicos para o uso (BRASIL, 1996). O teor de cinzas tem

relação direta com a quantidade de farelo presentes na farinha após a moagem (SUAS, 2012).

2.4.1.3 Outros tipos de farinha

Sabe-se que a legislação considera como farinha o produto que é oriundo da moagem da parte comestível de vegetais, sendo essas caracterizadas em duas categorias, a saber: simples quando o produto é resultante apenas pela moagem ou raladura de uma espécie vegetal e mista quando é obtida pela junção de um ou mais tipo de farinhas vegetais (BRASIL, 1978).

Além do uso da farinha de trigo outros tipos de farinhas podem ser empregadas na produção de alimentos e produtos que precisem do seu uso para completar sua produção, como bolo e tortas (OLIVEIRA *et al.*, 2020). Os outros tipos de farinha produzidos por meio de grãos ou tubérculos que merecem destaque são: farinha de cevada, farinha de aveia e farinha de centeio (BRANDÃO; LIRA, 2011). Essas farinhas têm como característica diferenciada as baixas concentrações de proteínas formadoras de glúten, conseqüentemente não apresenta as mesmas propriedades viscoelásticas da farinha de trigo (FRANCO, 2015). Já as farinhas de milho, arroz, batata e soja não possuem glúten e quando aplicadas na produção de pães necessita de coadjuvantes de tecnologia para promover elasticidade à massa (SOUZA, 2017).

Algumas dessas alternativas de farinha possuem outras propriedades importantes tais como quantidade de fibras, aporte de fontes energéticas e nutricionais, grande potencial de absorção de umidade e capacidade de estabilizar os lipídios (BORGES *et al.*, 2006).

Ademais, quando comparada com outros tipos de farinha observa-se que a farinha de trigo tem propriedades que deixa o produto final mais leve e saboroso devido às concentrações de glúten serem maior no trigo que nos outros cereais, tornando-o apto a fermentação espontânea (CHAPIESKI, 2021).

2.4.2 Sal

A adição de sal na produção de pães resulta ou deixa a estrutura do glúten mais rígida devido à formação de fibras, deixando a massa mais compacta e mais fácil de manusear do que aquela obtida sem sal (GEWEHR, 2010). Isso ocorre porque

além de conferir sabor ao alimento, o sal é responsável por atuar na fermentação do pão, auxiliando no aumento de volume, na formação do gás, multiplicação do fermento e na finalização do mesmo como auxiliador de formação e endurecimento da crosta (CAUVAIN; YOUNG, 2009).

Contudo, a quantidade de sal deve ser controlada, visto que sal em excesso pode dificultar o processo de fermentação, pois dificulta o crescimento de leveduras, em que a quantidade de sal na produção de pães deve ser de 2% no geral (SABINO; SOUZA; SANTOS, 2015).

2.4.3 Água

A água é responsável pela hidratação dos grãos e age na produção do pão como diluente na formação da massa e desempenhando duas reações químicas naturais, a enzimática e a fermentação, para tal a água deve ser adicionada de forma adequada (SUAS, 2012).

Dentro da formulação dos pães, a água desempenha um importante papel, promovendo a junção da glutenina e a gliadina para que ocorra a formação do glúten, além de fortalecer a formação do glúten no processo de batimento mecânico na massa, contribuindo para a elasticidade e consistência da mesma, bem como influencia no processo reológico e temperatura (WANG; CHOI; KERR, 2004). Além disso, atua como solvente e plastificante, possibilitando a gelatinização do amido durante o processo de cozimento da massa (SOUZA, 2017).

A quantidade de água na farinha é diretamente proporcional à força da farinha, sendo que quanto mais forte for a farinha, maior quantidade de água será necessária para formação de uma massa lisa e homogênea (CHAPIESKI, 2021).

2.4.4 Fermento

O fermento pode ser definido como a cultura de micro-organismos saprófitos unicelulares que têm a capacidade de metabolizar carboidratos, geralmente por meio do açúcar contido no amido, desencadeando reprodução assexuada em sequência (CANELLA-RAWLS, 2020). Nesse sentido, sob critérios morfológicos e fisiológicos, é uma cultura de micro-organismo composta por seres microscópicos capazes de alimentar-se, reproduzir e eliminar suas próprias sobras (CO_2), que provocam o

aumento da massa (SABINO; SOUZA; SANTOS, 2015).

Assim, o fermento tem a função de promover a fermentação dos açúcares, produzir gás carbônico, melhorando assim, o sabor, o volume e os alvéolos dos pães forneados (WANG; CHOI; KERR, 2004).

O fermento pode ser físico, químico, biológico ou natural, sendo o fermento biológico e natural os mais utilizados no preparo de massas (SOUZA, 2017). O fermento natural, também denominado de *levain* ou *sourdough*, é obtido a partir de uma seleção natural de cepas de leveduras e lactobacilos presentes na farinha de trigo e no ar (OLIVEIRA *et al.*, 2020). Enquanto o fermento biológico ou levedura ativa é uma seleção de leveduras *Saccharomyces cerevisiae* obtida através de processo industrial e tecnológico adequado (CHAPIESKI, 2021).

2.4.5 Ingredientes enriquecedores: açúcar, leite e gordura

O açúcar tem por função alimentar o fermento biológico, além de ter efeito sobre características sensoriais conferindo cor, aroma e sabor (GEWEHR, 2010). O leite apresenta valor nutritivo e confere ao pão maciez e coloração, resultando em um miolo mais suave (SUAS, 2012). As gorduras, por sua vez, mantêm a lubrificação do glúten, fazendo com que a expansão da massa aumente e assim crie pães mais volumosos e contribua para uma crosta mais macia e mais fina (SOUZA, 2017).

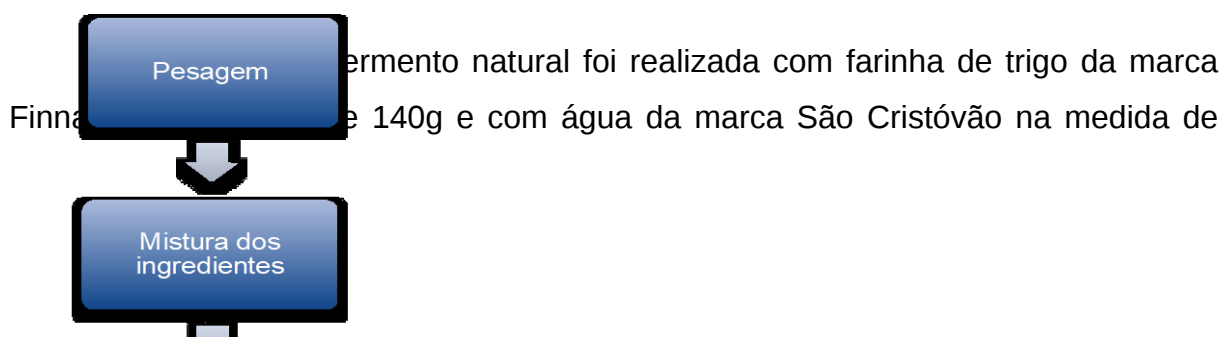
3 METODOLOGIA

3.1 PREPARAÇÃO DO FERMENTO NATURAL

Utilizou-se para tal experimento a farinha de trigo de nome comercial Fina do tipo 1 e água mineral São Cristóvão que fica localizada na cidade de São Cristóvão, em fonte local. De início foram realizados alguns testes para avaliar qual era a formulação ideal para a produção do fermento natural.

Foram desenvolvidas várias amostras durante a produção até chegar ao resultado do fermento desejado. A produção do fermento natural e das amostras foram realizadas nos Laboratórios de Bromatologia e Massas Alimentícias do Instituto Federal de Sergipe (IFS) *campus* São Cristóvão. O processo de produção dos fermentos naturais está descrito no fluxograma 1.

Fluxograma 1 – Produção dos fermentos naturais.



120mL para preparo de 260g de fermento natural. Inicialmente foram realizados testes preliminares para a formulação do fermento natural para chegar a formulação ideal. O fermento foi preparado em recipientes de vidro transparente de 500mL e permaneceu em estufa com temperatura controlada em 30°C por 9 dias. Os recipientes de vidro utilizados na produção dos fermentos foram primeiramente higienizados e em seguida esterilizados por 30 minutos em autoclave.

O processo de preparo do fermento natural consistiu em primeiro pesar os ingredientes, em seguida foram colocados em recipientes de vidro estéreis, os quais por meio do auxílio de uma colher limpa os ingredientes foram misturados dois minutos para homogeneizá-los, depois fechou-se os recipientes de vidro e por fim foram acondicionados em câmaras de fermentação com temperatura de 30°C.

O processo de preparo do fermento natural consistiu em pesar os ingredientes, colocá-los em recipientes de vidro estéreis, homogeneizá-los com auxílio de uma colher, durante dois minutos, fechar os recipientes e, por fim, acondicioná-los em câmaras de fermentação com temperatura de 30°C.

Os fermentos receberam alimentação diária por 9 dias, o primeiro dia consistiu na preparação inicial do fermento, no segundo dia o fermento foi retirado da câmara de fermentação sendo apenas realizada a homogeneização desses e depois retornado à câmara. A partir do terceiro dia, o procedimento de alimentação do fermento consistia no descarte de 150g do fermento presente no béquer e depois o fermento restante no vidro era adicionado com 75 gramas de farinha e 75mL de água, sendo homogeneizados por dois minutos e retornados para a câmara de fermentação a 30°C. No dia seguinte ao último dia de fermentação, o fermento final produzido foi usado para a produção de pão. O Apêndice A traz imagens do processo de produção dos pães.

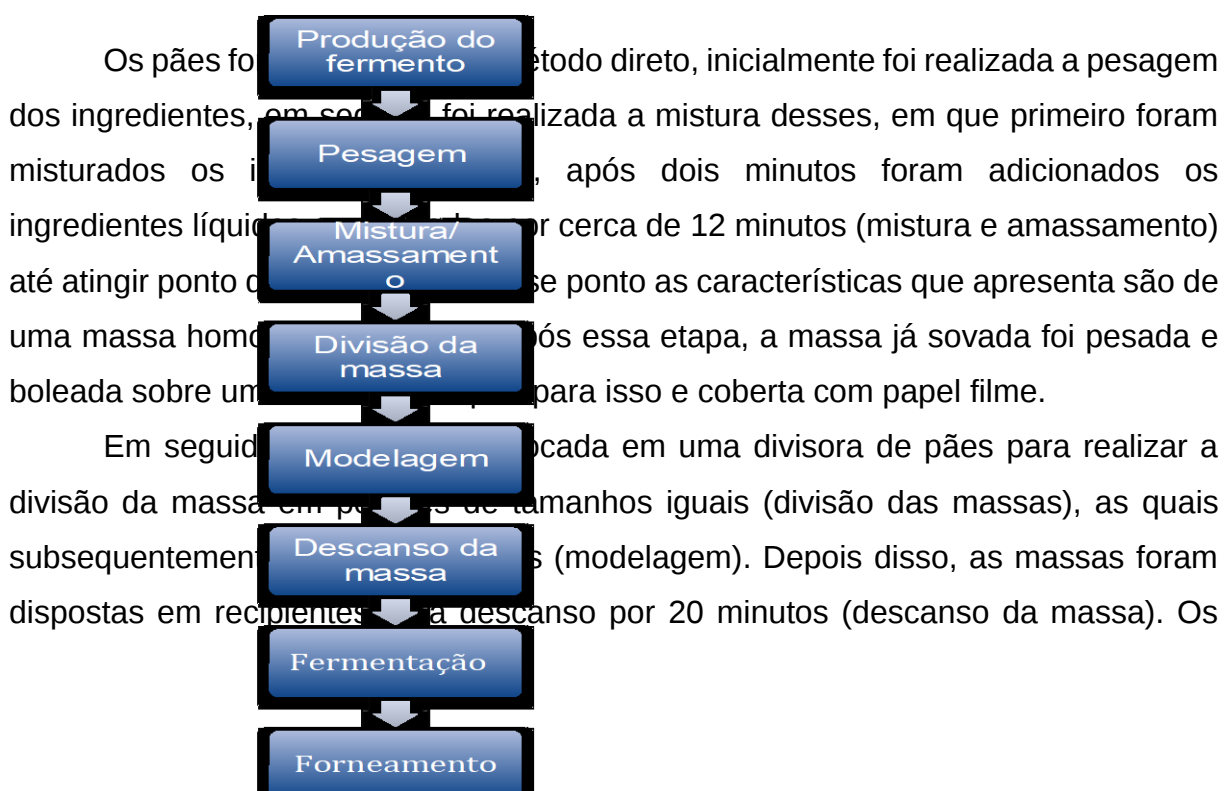
Esse procedimento para produção do fermento, permitiu que o fermento se formasse e atingisse seu pico de atividade fermentativa.

3.2 ELABORAÇÃO DO PÃO

Para elaboração das massas foram utilizadas os seguintes ingredientes: farinha de trigo tradicional tipo 1 (Finna), água mineral (São Cristóvão), açúcar cristal, sal marinho, óleo de girassol, melhorador de farinha, extrato de malte e fermento natural produzido no Laboratório de Massas do IFS *campus* São Cristóvão, a produção do

pão também foi realizada nesse mesmo laboratório. O fluxograma 2 apresenta as etapas realizadas para a produção dos pães testados.

Fluxograma 2 – Produção dos pães.



recipientes com as porções da massa moldadas foram cobertos com sacos plásticos de polipropileno.

Subsequente a isso, as porções foram colocadas em câmara de fermentação a uma temperatura entre 32°C e umidade relativa entre 85-95% e aguardou-se o tempo de fermentação necessário para que a massa dobrasse de tamanho (fermentação). Logo depois, as porções foram colocadas no forno com temperatura de 200°C durante 30 minutos (forneamento). O pão assado foi colocado para esfriar em temperatura ambiente sob formas perfuradas (resfriamento) e em seguida fatiado (fatiamento).

3.3 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICAS

As análises físico-químicas dos pães produzidos por fermentação natural foram realizadas nos Laboratórios do Instituto Tecnológico e de Pesquisas do Estado de Sergipe (ITPS). Foram analisadas os seguintes aspectos físico-químicos: umidade, carboidratos, proteína total, resíduo mineral fixo (cinzas), gordura total, acidez total e potencial hidrogeniônico (pH).

3.3.1 Determinação de umidade

A umidade corresponde à perda de peso sofrida pelo produto quando esse é aquecido para remover a água e outras substâncias que se volatilizam nessas condições. Os pães produzidos nesta pesquisa foram analisados quanto ao teor de umidade através de secagem direta em estufa a 105°C até peso constante (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

3.3.2 Determinação de carboidratos

O teor de carboidratos total foi obtido por diferença pela fórmula abaixo (AOAC, 2019).

$$\text{Carboidratos totais} = 100 - (\text{Umidade} + \text{Cinzas} + \text{Lipídios} + \text{Proteínas}).$$

3.3.3 Determinação de proteínas

O teor de proteína do pão foi estimado por meio da determinação de nitrogênio, realizada pelo processo de digestão de Kjeldahl, conforme metodologia aplicada pelo Instituto Adolfo Lutz, 2008.

3.3.4 Determinação de resíduo mineral fixo (cinzas)

O teor de resíduo mineral fixo ou cinzas do pão foi determinado pelo método gravimétrico, o qual consiste na dessecação da amostra seguida de incineração com temperatura entre 550°C a 570°C. (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

3.3.5 Determinação de gorduras

O pão foi analisado quanto ao teor de gordura por meio da extração direta em Soxhlet, na qual é realizada a extração de lipídios por meio de solventes através de processos meramente físicos. (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

3.3.6 Determinação de acidez

O pão foi analisado quanto ao teor de acidez total através do método de acidez titulável por meio do uso de soluções de álcali padrão e fenolftaleína (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

3.3.7 Determinação de pH

O pH do pão foi determinado pelo processo eletrométrico, o qual usa aparelhos potenciométricos especialmente adaptados e que permitem uma determinação direta, simples e precisa do pH através de soluções-tampão de pH 4, 7 e 10 usadas como reagentes (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

3.4 ANÁLISE MICROBIOLÓGICAS

As análises microbiológicas realizadas foram referentes à presença e concentração de *Salmonelas*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus* coagulase positiva e bolores e leveduras. Os valores máximos permitidos de cada um desses micro-organismos foram analisados conforme os parâmetros instituídos na IN nº 161 de

2022, a qual define os padrões microbiológicos de alimentos, em que para a produção de pães, bolos e outros produtos de panificação, estáveis à temperatura ambiente, define os padrões apresentados na tabela 1.

Tabela 1 – Padrões microbiológicos para pães estáveis à temperatura ambiente.

Micro-organismo/Toxina/Metabólito	n	c	m	M
Salmonella/25g	5	0	Aus	-
B. cereus presuntivo/g	5	1	10 ²	10 ³
Estafilococos coagulase positiva/g, somente para alimentos com recheio	5	1	10 ²	10 ³
Escherichia coli/g	5	2	10	10 ²
Bolores e leveduras/g	5	1	5x10 ²	10 ⁴

Nota: n: número de unidades amostrais a serem coletadas aleatoriamente de um mesmo lote e analisadas individualmente; c: indicação do número de unidades amostrais toleradas com qualidade intermediária; m: limite microbiológico, que em um plano de três classes, separa unidades amostrais de “Qualidade Aceitável” daquelas de “Qualidade Intermediária” e que, em um plano de duas classes, separa unidades amostrais de “Qualidade Aceitável” daquelas de “Qualidade Inaceitável”; e, M: limite microbiológico, que em um plano de três classes, separa unidades amostrais de “Qualidade Intermediária” daquelas de “Qualidade Inaceitável”.

Fonte: Brasil, 2022.

3.4.1 Preparação da amostra para análise

Para realizar a análise microbiológica das amostras, essas foram diluídas e homogeneizadas com diluentes adequados que permitissem sua inoculação nos meios de cultura. Foram pesadas 25g de amostra dos pães produzidos e adicionados 225 mL de água peptonada 0,1% estéril, sendo homogeneizada por meio de agitação, obtendo uma diluição de 10⁻¹ (primeira diluição).

A partir dessa diluição foram realizadas as demais diluições decimais seriadas até diluição máxima exigida pela legislação para o grupo de alimento analisado, em que foi transferido 1 mL da diluição 10⁻¹ para 9 mL água peptonada 0,1%, obtendo-se a diluição 10⁻² (segunda diluição) e assim sucessivamente (SILVA *et al.*, 2017).

3.4.2 Determinação das *Salmonella*

Para detecção de *Salmonella* em 25g dos pães produzidos foi utilizado o método AOAC 967.26 (2019). Foram pesadas amostras de 25g do pão produzido em um frasco de vidro com 225 mL de caldo lactato, e posteriormente incubados em estufa bacteriológica a 35°C por 18 a 24 horas. A partir disso, 1 mL de cada amostra foi transferido para um tubo contendo Caldo Tetrationato e outra alíquota de 1 mL para um tubo contendo Caldo Selenito Cistina, em seguida, os tubos foram incubados a 35°C por 24 horas (AOAC, 2019).

De cada cultura desses tubos, estriou-se uma alça de Ágar Xilose-Lisina Desoxicolato (XLD), em que essas placas foram incubadas a 35°C por 24 horas. Por fim, a confirmação de colônias suspeitas, ocorreu através de provas bioquímicas (FERREIRA *et al.*, 2016).

3.4.3 Determinação de *Escherichia Coli*

Para análise da presença de *Escherichia coli* foi utilizado a International Organization for Standardization (ISO) nº 7251 de 2005. As bactérias *Escherichia coli*, crescem em temperaturas de 18°C a 44°C, sendo 37°C a temperatura ideal para seu crescimento (OLIVEIRA, 2016). Diante disso, o método de análise para detecção desta bactéria pela ISO 7251 leva em consideração essa característica (KONEMAN *et al.*, 2008).

Para tal análise foram selecionadas três diluições decimais sequenciais da amostra, as quais foram inoculadas em três alíquotas de cada diluição em tubos contendo Caldo Lauril Sulfato Triptose (LST). Em seguida, os tubos foram incubados a 35-37°C por até 48h e depois é examinado quanto à produção de gás após 24h e 48h. Se o tubo deu origem a opacidade, turvação ou emissão gasosa, é subcultivado para um tubo contendo um meio seletivo líquido (caldo EC) (ABNT, 2002).

Assim, os tubos que apresentavam tais características foram transferidos na alçada de cada tubo suspeito para tubos contendo Caldo Verde Brilhante Bile 2% (VB) e Caldo E. coli (EC), sendo que, se o tubo tiver dado origem a emissão gasosa, é confirmada a presença dessa bactéria. Os tubos que apresentam gás, são subcultivado em outro tubo contendo água peptonada sem indol, e incubado a 44 °C por 48h. O tubo é examinado para produção de indol resultante da degradação do

triptofano no constituinte peptona. Tubos apresentando opacidade, turvação ou produção de gás no meio de enriquecimento seletivo líquido e cujas subculturas produziram gás no caldo EC e indol na água peptonada a 44°C são considerados como contendo presumível *Escherichia coli* (ABNT, 2002).

3.4.4 Determinação de *Staphylococcus* coagulase positiva

Para verificar a presença de *Staphylococcus* coagulase nos pães produzidos foi utilizado o método de plaqueamento da *American Public Health Association* (APHA) 39.63 de 2015. As diluições das amostras preparadas foram pipetadas assepticamente em placas de petri com Ágar Baird-Park pré-enriquecidas com emulsão de gema de ovo pasteurizada para detectar a produção de lecitinase e atividade da lipase. Em seguida, as placas foram incubadas invertidas a 35-37°C por 45 a 48 horas. Após a incubação, procedeu-se à contagem do número de colônias que apresentavam características típicas das colônias dessa bactéria: negras, lustrosas, convexas e rodeadas por halo claro (SILVA *et al.*, 2017). O resultado da contagem foi expresso em UFC/g, a partir de colônias típicas e atípicas selecionadas entre 20 a 200.

3.4.5 Bolores e leveduras

Para verificar a presença de bolores e leveduras foi utilizado o método de plaqueamento em superfície APHA 21:2015. Nesse método, as amostras preparadas foram coletadas e inoculadas em duas séries de placas petri contendo Ágar Sabouraud, a alça Drigalski foi usada para espalhar o material sob a placa, até cobrir toda a superfície, após a secagem da placa, essas foram incubados na estufa com temperatura programada de 25°C por 5 dias. No final desses dias foi realizada a contagem das colônias existentes.

4 RESULTADOS

A produção do fermento natural e dos pães ocorreu nos Laboratórios de Bromatologia e Massas Alimentícias do IFS *campus* São Cristóvão, enquanto a análise das amostras desses pães em relação às características físico-químicas e microbiológicas foram realizadas pelo ITPS. As análises foram realizadas em dezembro de 2022.

4.1 ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA

A análise físico-química realizada nas amostras avaliou a composição do pães produzidos com fermentação natural quanto aos aspectos físico-químico referentes a umidade, carboidratos, proteína total, resíduo mineral fixo (cinzas), gordura total, acidez total e pH, conforme mostra a tabela 2.

Tabela 2 – Resultado da análise físico-química dos pães produzidos

Aspecto analisado	Resultado	Unidade	LQ	Método
Gordura total	4,20	g/100g	0,01	IAL (2005), 032/IV
Umidade	32,18	g/100g	-	IAL (2005) 012/IV; IDF 80-1(ISO 3727-1)
Resíduo Mineral Fixo (cinzas)	1,40	g/100g	0,0001	IAL (2005) 018/IV
Carboidratos	53,34	g/100g	-	Cálculo
Proteína total	8,88	g/100g	0,05	Method 992.15 AOAC (1995)
Acidez total	0,85	g/100g	-	IAL(2005), 016/IV
pH	4,56	-	-	IAL(2005), 017/IV

Nota: pH: potencial hidrogeniônico; LQ: limite de quantificação do método; g: grama; IAL: Instituto Adolfo Lutz.

A partir dos resultados das análises físico-químicas apresentadas na tabela 2, observou-se que os pães de fermentação natural produzidos eram compostos em sua maior parte por carboidratos, os quais representam mais da metade dos compostos químicos da massa, em seguida está a água representando um terço dos compostos do pão. Em menor proporção estão as proteínas, a gordura e os resíduos minerais fixos, respectivamente. Além disso, nota-se que as massas dos pães produzidos têm um pH 4,56, ou seja pH ácido e a acidez total de 0,85.

Os métodos usados para verificar a composição físico-química das amostras dos pães produzidos foram métodos de análise reconhecidos e validados

nacionalmente e internacionalmente com uso por diversos estudiosos e empresas devido sua confiabilidade e aplicabilidade.

4.2 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

As análises microbiológicas realizadas foram referentes a presença e concentração de *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus* coagulase positiva e bolores e leveduras, de acordo com o disposto na IN nº 161 de 2022. Os resultados da análise microbiológica da amostra do pão de fermento natural produzido estão dispostos na tabela 3.

Tabela 3 – Resultado da análise microbiológica dos pães de fermentação natural produzidos.

Microorganismo	Resultado	Unidade	Padrão (L1)	LQ	Método
Salmonelas	Ausência	em 25g	Ausência	-	AOAC 967.26
Escherichia coli	<3,0	NMP/g	10 ²	3,0	ISO 7251:2005
Staphylococcus coagulase positiva	<10	UFC/g	10 ³	10	APHA 39.63:2015
Bolores e Leveduras	1,3x10 ²	UFC/g	10 ⁴	10	APHA 21:2015

Nota: L1: Instrução Normativa nº 161, de 1º julho de 2022 - Ministério da Saúde – Categoria 19D; NMP: Número Mais Provável; UFC: Unidade formadora de colônia; LQ: Limite de Quantificação do Método; AOAC: Association of Official Analytical Chemists; ISO: International Organization for Standardization; APHA: American Public Health Association; g: grama.

Fonte: autoria própria, 2023.

Observando os dados da tabela 3 e considerando os dispostos nos parâmetros analisados para o atendimento dos valores máximos permitidos, segundo a Instrução Normativa nº 161, do Ministério da Saúde, de 2022, para a categoria 19D, a qual incluem os pães, os resultados identificados na análise microbiológica deste estudo atendem aos limites estabelecidos nessa legislação.

5 DISCUSSÃO

O pão é um alimento altamente popular, sendo um dos mais consumidos no mundo e possui uma grande diversidade de produtos, com inclusão, retirada ou substituição de ingredientes e complementos, que podem influenciar nas suas características e qualidade do produto (MOTA *et al.*, 2020). A produção de pães pelo processo de fermentação natural promove benefícios para a saúde de quem os consome, uma vez que há um enriquecimento nutricional do pão produzido (DIMIDI *et al.*, 2019).

Os resultados obtidos na tabela 2 demonstram que a massa de pão preparada no desenvolvimento deste estudo com fermento natural, possui 8,88g/100g de proteínas totais. Outros estudos presentes na literatura encontraram valores próximos ao encontrado nesta pesquisa, em que as proteínas correspondiam a 7,82 g/100g (MOTA *et al.*, 2020), 8,67g/100g (SILVA *et al.*, 2014a) a 9% (LOLATA, 2022) da massa controle produzida com farinha de trigo e fermento natural.

Em relação ao teor de carboidratos, a análise realizada nesta pesquisa identificou 53,34 g/100g de carboidrato na massa dos pães produzidos com fermentação natural. O estudo realizado por Mota e coautores (2020) encontrou valores similares para a massa de pão controle produzida com farinha de trigo e fermento natural, observando um teor de carboidratos de 52,46 g/100g. A legislação não traz parâmetros para o teor de carboidratos para pães produzidos com farinha de trigo e fermento natural.

Já o estudo realizado por Lolata (2022), observou uma porcentagem de cerca de 37% de carboidratos, um valor menor que o encontrado neste estudo. Essa discrepância pode ser decorrente da diferença de ingredientes usadas nos estudos, visto que o estudo de Lolata (2022) não usou na produção dos pães açúcar, óleo de girassol, melhorador de farinha e extrato de malte, os quais foram usados na produção dos pães neste estudo.

No que concerne aos lipídios, observou-se neste estudo que as massas de pães analisadas possuíam 4,2 g/100g de gorduras totais. Resultado diferente do que foi observado no estudo realizado por Lolata (2022), que identificou 0,158% de lipídios e na pesquisa de Mota e coautores (2020) foram evidenciados 0,79 g/100g de lipídios. Essa diferença nos valores encontrados pode ser resultante da diferença de ingredientes usados para produção de pães neste estudo e nos encontrados na

literatura, em que além dos ingredientes basais (farinha de trigo, fermento, água e sal), podem ser utilizados outros componentes (açúcar, leite, essências e outros) para incrementar a massa.

Posto isto, sabe-se que nesta pesquisa, como descrito para a produção dos pães foi usado farinha de trigo tradicional tipo 1, água mineral, açúcar cristal, sal marinho, óleo de girassol, melhorador de farinha, extrato de malte e fermento natural. Desse modo, o uso de outros ingredientes além dos essenciais podem ter elevado o teor de lipídios dos pães produzidos nesta pesquisa. Além disso, é relevante destacar que a RDC nº90/2000 não traz parâmetros referentes à quantidade de lipídios para pães produzidos com farinha de trigo e fermento natural (BRASIL, 2000).

No que se refere aos valores de resíduo mineral fixo (cinzas) encontrados na amostra de pães analisadas nesta pesquisa, esses tiveram um teor de 1,4 g/100g. Os resíduos minerais fixos ou cinzas referem-se à matéria resultante da queima de produto orgânico, sem resíduo de carvão e compreende os compostos de cálcio, magnésio, ferro, fósforo, chumbo, cloreto, sódio e outros componentes minerais (SILVA *et al.*, 2014b).

Segundo a IN nº 8 de 2005, o teor de cinzas máximo para a farinha de trigo Tipo 1 é de 0,8%, o resultado encontrado neste estudo mostrou valor mais alto do que o permitido na legislação. Outros estudos na literatura também identificaram valores mais altos no teor de cinzas de pães produzidos com farinha de trigo e fermento natural, identificando uma concentração de 3,15% (LOLATA, 2022), 1,97 g/100g (MOTA *et al.*, 2020) e 2,56% (BACH, 2021). Esses valores mais altos do que o descrito na legislação, deve-se ao fato de que para a produção de pães não foi apenas usado como ingrediente a farinha de trigo, mas também outros ingredientes que podem ter aumentado o teor de cinzas nos pães.

Quanto à umidade, as amostras dos pães produzidos com fermento natural deste estudo demonstraram uma umidade um pouco maior que 32g/100g, o que corresponde a aproximadamente 32% das 100g. Dados semelhantes a esse foram observados nas pesquisas realizadas por Sousa (2017a), Esteller e colaboradores (2004), Tirloni (2017) e Mota e coautores (2020).

Geralmente o teor de umidade nos pães do tipo francês situa-se em torno de 30% (NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISA EM ALIMENTAÇÃO, 2011; OLIVEIRA; PIROZI; BORGES, 2007; BORGES *et al.*, 2011) e a ANVISA determina que o limite máximo seja de 38 g/100g (38%) (BRASIL, 2000). A umidade está relacionada à

estabilidade, qualidade e composição dos pães, influenciando o processamento do produto (TIRLONI, 2017).

Para a acidez total, o presente estudo observou que a amostra possuía 0,85g/100g, este achado diverge dos dados encontrados na pesquisa de Sousa (2017a) e Sousa (2017b), em que as massas de pães produzidas com fermento natural tinham acidez entre 2,76 e 11,55 g/100g. O uso de fermento natural afeta o processo de acidificação, aspecto que promove melhoria na qualidade e *flavour* dos pães de trigo, e reduz o envelhecimento dos pães (ARENDT; LIAM; DAL BELLO, 2007; PLESSAS *et al.*, 2007).

A diferença entre os valores de acidez identificados nesses estudos e na presente pesquisa pode ser justificado pelo fato de que neste estudo foi usado para a produção do fermento natural farinha de trigo e água, enquanto nos outros estudos encontrados na literatura foram produzidos a partir de suco de maçã. Ademais a RDC nº 90/2000, não estabelece limite máximo para a concentração de acidez total dos pães (BRASIL, 2000).

As evidências científicas demonstram que pães produzidos com fermento natural possuem valores de acidez total maior quando comparado aos pães produzidos com fermento biológico, independentemente da origem do *levain* ou do tipo de farinha utilizados (STEFANELLO, 2014; CHAPIESKI, 2021; YU *et al.*, 2017; RIZZELLO *et al.*, 2015). O fato da acidez total ser maior nos pães produzidos com fermento natural que nos pães produzidos com fermento biológico, pode estar relacionado a síntese de ácidos acético e láctico, relação de sinergia entre as leveduras e as bactérias ácido lácticas presentes no fermento natural, e tempo de fermentação (CODA *et al.*, 2010; CLARKE *et al.*, 2003; MARIOTTI *et al.*, 2014).

Analisando a variável pH, os dados desta pesquisa mostram que as massas de pães produzidas com fermento natural tiveram um pH de 4,56. Outros estudos presentes na literatura corroboram com esse achado, em que observaram valores entre 3,6 e 5 para o pH de pães produzidos com fermentação natural, em que quanto maior a concentração de fermento natural menor o pH (CHAPIESKI, 2021; SOUSA, 2017a; SOUSA, 2017b; STEFANELLO, 2014). Não há na legislação brasileira definição do pH ideal e/ou valores bases para tal.

O estudo realizado por Sousa (2017a) que avaliou entre outras características o pH de pães produzidos com diferentes concentrações de fermento natural, evidenciou que os pães produzidos com maior concentração de fermento natural

tenham pH mais baixo que aquelas massas com menores concentrações de fermento natural. Isso pode ocorrer devido alguns fatores, tais como, presença de bactérias lácticas endógenas na farinha de trigo, quantidade de levedura e tempo de fermentação (PLESSAS *et al.*, 2011).

A redução do pH pode promover mudanças reológicas na constituição química da massa e na conservação do pão, exercendo influência na produção de ácidos orgânicos e nas propriedades viscoelásticas da massa (KOMLENIC *et al.*, 2010). Assim como, também desencadeia a proteólise das proteínas que melhora o sabor do pão (CLARKE *et al.*, 2004).

No que diz respeito às análises microbiológicas desta pesquisa, observou-se que os pães de fermento natural produzidos apresentavam características adequadas e de acordo com o definido na legislação brasileira sobre tais (BRASIL, 2022). Outros estudos presentes na literatura corroboram com tal achado, demonstrando que as massas de pães produzidas com fermento natural, quanto às características microbiológicas, apresentam limites dentro dos parâmetros da IN nº 161 de 2022 (STEFANELLO, 2014).

A excelente qualidade microbiológica dos pães é decorrente do reflexo da qualidade das matérias-primas utilizadas e boas práticas de fabricação e produção dos pães (SOUSA, 2017b). A avaliação da qualidade microbiológica dos pães é necessária não apenas para analisar a inocuidade do produto, mas principalmente de todo o processo de produção (ANDRADE; SOUZA, 2020).

Além disso, os pães produzidos com fermento natural proporcionam a inibição acentuada de micro-organismos aeróbios mesófilos e de bolores e leveduras, isso ocorre devido ao alto teor de ácido láctico decorrente da presença das Bactérias Ácido Lácticas (BAL) (STEFANELLO, 2014). A presença das BAL funciona como agente esterilizante para muitas espécies de micro-organismos, em que dificultam a ação deteriorante desses, protegendo tanto o meio fermentativo como o produto final (MAGNUSSON; SCHNURER, 2001).

Essas também aumentam a produção de dióxido de carbono (CO₂), o qual influencia diretamente no crescimento da estrutura da massa de pão, sendo que quanto maior a quantidade de BAL, maior será a produção de CO₂ e consequentemente maior será o volume do pão (GOCMEN *et al.*, 2006).

6 CONCLUSÃO

Com a realização da presente pesquisa foi possível alcançar os objetivos propostos, sendo primeiramente realizada a produção do fermento natural com farinha de trigo e fermento natural.

Os resultados das análises físico-químicas evidenciaram que os aspectos analisados, com exceção do teor de cinzas, encontram-se dentro dos limites e parâmetros estabelecidos na legislação brasileira.

Esses dados permitiram ainda observar que o uso do fermento natural promove modificações nas características físico-química, quando comparado a outros pães produzidos com outros tipos de fermento. As modificações mais acentuadas referem-se a redução do pH e aumento da acidez.

A análise microbiológica buscou verificar a ausência/presença ou concentração de determinados micro-organismos nos pães produzidos. Os dados analisados sobre essa caracterização microbiológica atendem aos limites e parâmetros estabelecidos pela Instrução Normativa nº 161, do Ministério da Saúde, de 2022.

Além disso, os dados aqui apresentados de forma indireta também mantiveram relação com qualidade dos pães e do seu sabor, visto que foi possível articular e comentar alguns dos benefícios do uso de fermento natural na produção de pães com farinha branca.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIA DE PANIFICAÇÃO E CONFEITARIA (ABIP). **A História do Pão**. ABIP, 2015. Disponível em: <https://www.abip.org.br/site/699-2/>. Acesso em: 01 set. 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIA DE PANIFICAÇÃO E CONFEITARIA (ABIP). **O mercado da panificação e a pandemia**. ABIP, 2021. Disponível em: <https://www.abip.org.br/site/o-mercado-da-panificacao-e-a-pandemia/>. Acesso em: 01 set. 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE BISCOITOS, MASSAS ALIMENTÍCIAS E PÃES E BOLOS INDUSTRIALIZADOS (ABIMAPI). 2018. **Anuário** (Cap. 3) São Paulo: ABIMAPI. Disponível em: <https://www.abimapi.com.br/anuario.php>. Acesso em: 7 mar. 2021.
- ALVES, L. F. P. *et al.* Beneficiamento e Processamento para a produção da Farinha de Trigo. In: Encontro de Engenharia de produção agroindustrial, 7, 2013. **Anais... EEPA – VII**, 2013.
- ANDRADE, T. H. L.; SOUZA, W. F. **Avaliação da segurança microbiológica e implementação de técnicas de boas práticas de preparação de nutrição enteral artesanal**. 2020. 35f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Nutrição) - Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2020. Disponível em: <https://repositorio.uft.edu.br/bitstream/11612/3062/1/Wallisten%20Fernandes%20de%20Souza-%20TCC.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2022.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. Editorial Board, 2015.
- APLEVICZ, K. S. **Identificação de bactérias lácticas e leveduras em fermento natural obtido a partir de uva e sua aplicação em pães**. 2013. 162f. Dissertação (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2013.
- AQUINO, V. C. **Estudo da estrutura de massas de pães elaboradas a partir de diferentes processos fermentativos**. 2012. 88f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9133/tde-10092012-142302/publico/Mestrado_Vanessa_Cukier_de_Aquino.pdf. Acesso em: 14 dez. 2022.
- ARAÚJO, W. M. C. *et al.* **Alquimia dos Alimentos**. 3. ed., Brasília: SENAC, 2015.
- ARENDT, E. K.; LIAM, A. M. R.; DAL BELLO, F. Impact of sourdough on the texture of bread. **Food Microbiology**, [online], v. 24, n. 4, p.165-174, 2007.
- ARNAUT, A. N. **Desenvolvimento e avaliação de pão de fermentação natural enriquecido com farinha de bagaço de malte**. 2019. 57f. Relatório de Estágio

Supervisionado Obrigatório (Bacharel em Gastronomia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2019. Disponível em: https://repository.ufrpe.br/bitstream/123456789/1045/1/tcc_eso_andreynascimentoar.naut.pdf. Acesso em: 14 dez. 2022.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis**. 21^a ed. Virginia, EUA: AOAC, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ISO 7251: Microbiology of food and animal feeding stuffs — Horizontal method for the detection and enumeration of presumptive Escherichia coli — Most probable number technique**. Rio de Janeiro, 2005.

BACH, D. **Desenvolvimento e caracterização do pão preparado com farinha de trigo branca adicionada de farinha e purê de batata doce utilizando dois métodos fermentativos**. 2021. 83f. Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2021. Disponível em: <https://tede2.uepg.br/jspui/bitstream/prefix/3578/1/Daniele%20Bach.pdf>. Acesso em: 21 dez. 2022

BARBOSA, C. **A história do pão**. Escola de Viana Castelo, 2014.

BORGES, J. T. S. *et al.* Utilização de farinha mista de aveia e trigo na elaboração de bolos. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 24, n. 1, p. 145-162, jan./jun. 2006.

BORGES, J. T. S. *et al.* Caracterização físicoquímica e sensorial de pão de sal enriquecido com farinha integral de linhaça. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v. 29, n. 1, p. 83-96, 2011.

BRANDÃO, S. S.; LIRA, H. L. **Tecnologia de Panificação e Confeitaria**. Recife: EDUFRPE, 2011. Disponível em: https://www.abip.org.br/site/wp-content/uploads/2016/03/Tecnologia_de_Panificacao_e_Confeitaria.pdf. Acesso em: 21 dez. 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria nº 354, de 18 de julho de 1996**. Norma Técnica referente a Farinha de Trigo. Publicada no Diário Oficial da União, 1996, Seção 1.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução – CNNPA nº 12, de 1978**. Normas Técnicas Especiais referente as Farinhas. Publicada no Diário Oficial da União, 1978.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução – RDC nº 90, de 18 de outubro de 2000**. Resolução de Diretoria Colegiada. Publicada no Diário Oficial da União, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 8, de 02 de junho de 2005**. Regulamento técnico de identidade e qualidade da farinha de trigo. Publicada no Diário Oficial da União, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Instrução Normativa nº 161, de 01 de julho de 2022**. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, edição 126, seção 1, 2022. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-60-de-23-de-dezembro-de-2019-235332356>. Acesso em: 04 jan. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Anvisa. **Resolução Nº 12, de 02 de Janeiro de 2001**. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Anvisa. **Resolução – CNNPA n. 38, de 21 de dezembro de 1977**. Aprova como coadjuvantes da tecnologia de fabricação as substâncias constantes dos anexos I, II, III e IV, destinadas ao fabrico de produtos forneados, tais como: pão, broa, biscoito, bolacha, bolo, torta e demais produtos afins de confeitaria. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 27 dez. 1977. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cnnpa/1977/res0038_21_12_1977.html. Acesso em: 31 ago. 2021.

BRITES, C. M.; GUERREIRO, M. **O Pão através dos tempos**. 1ª ed. Lisboa: Apenas livros Lda, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/346300715_O_Pao_atraves_dos_tempos.html. Acesso em: 14 dez. 2022.

BROCA, A.; BERTAN, L. C.; FRANCISCO, C. T. P. Estudo da qualidade do trigo e da farinha de trigo destinada a panificação em um moinho no sul do Brasil. **Research, Society and Development**, [online], v. 10, n. 4, e20710414021, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/download/14021/12594/182821>. Acesso em: 27 dez. 2022.

BULTOSA, G. Traditional African Bread: Physicochemical and Sensory Properties of Fermented Breads. **Encyclopedia of Food Chemistry**. Academic Press, p. 81-89, 2019.

CANELLA-RAWLS, S. **Pão: Arte e Ciência**. 6ª ed. São Paulo: Senac, 2020.

CAMARGO, L. A. **Pão Nosso: receitas caseiras com fermento natural**. 1. ed. São Paulo: Senac, São Paulo: Panelinha, 2016.

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

CHAPIESKI, G. A. **Produção de fermento natural a partir de farinha refinada e farinha integral**. 2021. 38f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Química) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2021. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/26600/1/fermentacaonaturalpanificacao.pdf>. Acesso em: 21 dez. 2022.

CHAVAN, R. S; CHAVAN, S. R. Sourdough Technology - A tradicional way for wholesome foods: a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, v. 10, p.169-182, 2011.

CLARKE, C. I. *et al.* Use of response surface methodology to investigate the effects of processing conditions on sourdough wheat Bread quality. *European Food Research and Technology*, [s.l.], v. 217, n. 11, p. 23-33, 2004.

CLARKE, C. I. *et al.* Effect of single strain and traditional mixed strain starter cultures on rheological properties oh wheat dough and on bread quality. *Cereal Chemistry*, v. 79, n. 5, p.640-647, 2003.

CODA, R. *et al.* Exploitation of acha (*Digitaria exiliis*) and Iburu (*Digitaria Iburua*) flours: Chemical characterization and their use for sourdough fermentation. *Food Microbiology*, [s.l.], v. 27, n.8, p.1043-1050, 2010.

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

CUNHA, A. O. **Cadeia produtiva do pão: fontes informacionais utilizadas no planejamento de novos produtos.** 2012. 90f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Bblioteconomia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/54255/000855773.pdf?sequ>. Acesso em: 14 dez. 2022.

DECOCK, P.; CAPPELLE, S. Bread technology and sourdough technology. *Trends in Food Science and Technology*, v. 16, p. 113-120, 2005.

DEWETTINCK, K. *et al.* Nutritional value of bread: influence of processin food interaction and consumer perception. *Journal of Cerela Science*, [s.l.], v. 48, n. 1, p. 243-257, 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0733521008000246>. Acesso em: 21 dez. 2022.

DIMIDI, E. *et al.* Fermented Foods: Definitions and Characteristics, Impact on the Gut Microbiota and Effects on Gastrointestinal Health and Disease. *Nutrients Journal*, v. 11, n. 8, p. 1806, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0733521008000246>. Acesso em: 06 jan. 2023.

DUARTE, C. P. S. *et al.* Panificação: uma visão bioquímica. *Revista Brasileira de Informações Científicas. Edição Especial*, [s.l.], v. 4, n. 3, p. 31-36, 2013.

ESTELLER, M. S. **Modificações estruturais de produtos panificados por processos de tratamentos térmico e bioquímico.** 2007. 170f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9133/tde-07052008->

174217/publico/teseMauricioEstellar.pdf. Acesso em: 14 dez. 2022.

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, 2004.

FERREIRA, C. C. *et al.* Análise de coliformes termotolerantes e *Salmonella* sp. em hortaliças minimamente processadas comercializadas em Belo Horizonte-MG. **HU Revista**, Juiz de Fora, v. 42, n. 4, p. 307-313, nov./dez. 2016. Disponível em: file:///C:/Downloads/2588-Manuscrito%20sem%20identifica%C3%A7%C3%A3o%20dos%20autores-15702-1-10-20170119.pdf. Acesso em: 18 dez. 2022.

FERREIRA, E. G. **Estudo para estabelecer os parâmetros de relação entre o teor de sais minerais e a colorimetria na farinha de trigo**. 2019. 65f. Dissertação (Mestre em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2019. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4969/1/LD_PPGTAL_M_Ferreira%2C_Eloisi_Galindo_2019.pdf. Acesso em: 18 dez. 2022.

FRANCO, V. A. **Desenvolvimento de pão sem glúten com farinha de arroz e de batata-doce**. 2015. 129f. Dissertação (Mestre em Ciências e Tecnologia de Alimentos) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

GEWEHR, M. F. **Desenvolvimento de pão de forma com adição de quinoa**. 2010. 103 p. Dissertação (Mestrado em Ciência em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em: http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/4969/1/LD_PPGTAL_M_Ferreira%2C_Eloisi_Galindo_2019.pdf. Acesso em: 16 dez. 2022.

GOCMEN, D. *et al.* The effects of wheat sourdough on glutenin patterns, dough rheology and bread properties. **European Food Research and Technology**, [s.l.], v. 225, n. 5-6, p. 821-830, 2007.

GUARIENTI, E.M. **Fazendo pães caseiros**. Passo Fundo: Embrapa, 2003.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4ª ed (1ª edição digital). São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. Disponível em: http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf. Acesso em: 16 dez. 2022.

KERREBROECK, S. V. *et al.* Impact of starter culture, ingredients, and flour type on sourdough bread volatiles as monitored by selected ion flow tube-mass spectrometry. **Food Research International**, v. 106, p. 254-262, 2018.

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 and Technology**, [s.l.], v. 45, p. 1417-1425, 2010.

KONEMAN, E. W. *et al.* **Diagnóstico microbiológico-texto e atlas colorido**. 6ª ed.

Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

KUIAVSKI, M. P. *et al.* Elaboração de pães com adição de farinha do bagaço de malte. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 53208-53221, 2020.

LOLATA, J. P. **Desenvolvimento e avaliação de pão elaborado com fermento natural adicionado de farinha integral e farinha de ervilha**. 2022. 53f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Tecnólogo em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Londrina, 2022. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/29908/1/paofermentonaturalervilha.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2022.

MAGNUSSON, J.; SCHNÜRER, J. Lactobacillus coryniformis subsp. coryniformis Strain Si3 Produces a Broad-Spectrum Proteinaceous Antifungal Compound. **Applied and Environmental Microbiology**, [s.l.], v. 67, n. 1, p. 1-5, 2001.

MARIOTTI, M. *et al.* Barley flour exploitation in sourdough bread-making: a technological, nutritional and sensory evaluation. **LWT - Food Science and Technology**, [s.l.], v. 59, n. 2, p. 973-980, 2014.

MARTINBIANCO, F. *et al.* Avaliação Sensorial de Pães de fermentação natural a partir de culturas starters inovadoras. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 9, p. 1701-1706, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/HjVx4dV7FmJjvn5vKtYY4jj/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 20 dez. 2022.

MOTA, L. T. R. *et al.* Análise nutricional e sensorial de pães produzidos a partir de fermentação natural e enriquecidos com ora-pronobis (*Pereskia aculeata* mill). CORDEIRO, C. A. M.; SILVA, E. M.; SILVA, B. A. **Ciência e Tecnologia de Alimentos: pesquisa e práticas contemporâneas**. 1ª ed. São Paulo: Editora Científica, 2020. Disponível em: <https://downloads.editoracientifica.org/articles/210604985.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2022.

NASCIMENTO, K. O.; TAKEITI, C. Y.; BARBOSA, M. I. M. J. **Doença celíaca: sintomas, diagnóstico e tratamento nutricional**. Embrapa Agroindústria de Alimentos- Artigo em periódico indexado (ALICE), 2012.

NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISA EM ALIMENTAÇÃO (NEPA). **Tabela brasileira de composição dos alimentos - TACO**. 4ª ed. Campinas: NEPA/UNICAMP, 2011.

OLIVEIRA, E. S. **Deteção e caracterização de escherichia coli Patogênica para aves (apec) em criações de galinhas de fundo de quintal**. 2016. 82f. Tese (Doutorado em Microbiologia Agropecuária) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2016. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/147099/oliveira_es_dr_jabo_int.pdf?sequence=6&isAllowed=y. Acesso em: 11 dez. 2022.

OLIVEIRA, I. M. *et al.* Utilização de farinhas alternativas em produtos de panificação:

uma revisão literária. **Research, Society and Development**, [online], v. 9, n. 9, e441996228, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/6228>. Acesso em: 11 dez. 2022.

OLIVEIRA, T. M.; PIROZI, M. R.; BORGES, J. T. S. Elaboração de pão de sal utilizando farinha mista de trigo e linhaça. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 18, n. 2, p. 141-150, 2007.

ORNELLAS, L. H.; KAJISHIMA, S.; VERRUMA-BERNARDI, M. R. **Técnica dietética: solução e preparo de alimentos**. 8ª ed. São Paulo: Atheneu, 2013.

ORO, T. *et al.* Propriedades de pasta de mesclas de farinha integral com farinha com farinha refinada usada na produção de pães. **Ciência Rural Santa Maria**, [s.l.], v. 43, n. 4, p. 754-760, 2013.

PLESSAS, S. *et al.* Use of immobilized cell biocatalysts in baking. **Process Biochemistry**, [s.l.], v. 42, p. 1244–1249, 2007.

PLESSAS, S. *et al.* Examination of freshness degradation of sourdough bread made with kefir through monitoring the aroma volatile composition during storage. **Food Chemistry**, [s.l.], v. 124, p. 627-633, 2011.

RIZZELLO, C. G. *et al.* Use of sourdough made with quinoa (*Chenopodium quinoa*) flour and autochthonous selected lactic acid bacteria for enhancing the nutritional, textural and sensory features of white bread. **Food Microbiology**, Londres, v. 56, n. 2, p. 1-13, 2015. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26919812/>. Acesso em: 11 dez. 2022.

SABINO, A. C.; SOUZA, J. D. C.; SANTOS, J. P. **Desenvolvimento de pão “sourdough” sem glúten a partir de culturas starters**. 2015. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/13357>. Acesso em: 13 dez. 2022.

SEBESS, P. **Técnicas de padaria profissional**. Editora: SENAC, Rio de Janeiro: 2014.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE). **Projeto de desenvolvimento do setor de panificação e confeitaria com atuação na qualidade, produtividade e sustentabilidade**. 1ª ed. Brasília: SEBRAE, 2017. Disponível em: [https://bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/a70924cf5f71344a9e8a63f63901b867/\\$File/19207.pdf](https://bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/a70924cf5f71344a9e8a63f63901b867/$File/19207.pdf). Acesso em: 14 dez. 2022.

SILVA, M. A. **Fermentação Natural** – conhecendo o levain e sua aplicação comercial no mercado de Fortaleza. 2018. 34f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Gastronomia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/40899/1/2018_tcc_madasilva.pdf. Acesso em: 22 dez. 2022.

SILVA, D. O. *et al.* 2014. Valor nutritivo e análise sensorial de pão de sal adicionado de *Pereskia aculeata*. **Demetra: alimentação, nutrição & saúde**, v. 9, n. 4, p. 1027-1040, 2014a. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/demetra/article/view/11119/11752>. Acesso em: 22 dez. 2022.

SILVA, J. P. *et al.* Avaliação Físico-Química e Sensorial de Pães Produzidos com Substituição Parcial de Farinha de Trigo por Farinha de Banana Verde. **Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos**, [s.l.], v. 5, n. 3, p.1-7, 2014b. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa/article/download/3433/pdf#:~:text=Os%20resultados%20demonstraram%20diferen%C3%A7as%20significativas,p%3C0%2C05>. Acesso em: 22 dez. 2022.

SILVA, N. *et al.* **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 5 ed. São Paulo: Blucher, 2017.

SOUSA, E. A. **Desenvolvimento e qualidade de pães de forma integral adicionados de diferentes concentrações de fermento natural**. 2017. 55f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Gastronomia) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017b. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/16105/1/EAS23102019.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2022.

SOUSA, F. G. **Efeito da adição de fermento natural na qualidade de pães**. 2017. 60f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Gastronomia) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017a. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/15673/1/FGS12092019.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2022.

SOUZA, E. A. **Desenvolvimento e qualidade de pães de forma integral adicionados de diferentes concentrações de fermento natural**. 2017. 55f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Gastronomia) - Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/40899/1/2018_tcc_madasilva.pdf. Acesso em: 22 dez. 2022.

SOUZA, M. R. **Impacto da fermentação natural na panificação**. 2020. 40f.

STEFANELLO, R. F. **Produção, liofilização e aplicação de fermento natural em pão tipo sourdough**. 2014. 160p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

SUAS, Michel. **Panificação e Viennoiserie**: abordagem profissional. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

SU, X. *et al.* Effect of organic acids on bread quality improvement. **Food Chemistry**, v. 278, p. 267-275, 2019.

TIRLONI, L. **Aplicação tecnológica de fermento natural “levain” em substituição ao processo tradicional de elaboração de pães**. 2017. 35f. Artigo (Título em Técnica em Química) - Centro Universitário Univates, Lajeado, 2017. Disponível em: https://www.univates.br/tecnicos/media/artigos/Aplicacao_Tecnologica_de_Fermento_Natural_Levain_em_Substituicao_ao_Processo_Tradicional_de_Elaboracao_de_Paes_2017-A.pdf. Acesso em: 22 dez. 2022.

VALDEZ *et al.* New trends in cereal based products using lactic acid bacteria. *In*: MOZZI, F.; RAYA, R. R. (ed.) **Biotechnology of Lactic Acid Bacteria: Novel Applications**. 2010.

VIANNA, F. S. V. **Manual prático de panificação SENAC**. São Paulo: SENAC, 2018.

VILANOVA, M. G.; DÍEZ, C.; QUIRINO, B.; ÁLAVA, J. I. Microbiota distribution in sourdough: Influence of high sucrose resistant strains. **International Journal of Gastronomy and Food Science**. v. 2, p. 98-102. 2015.

VITTI, Policarpo. Pão. *In*: AQUARONE, Eugênio *et al.* **Biotecnologia industrial: biotecnologia na produção de alimentos**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, v. 4, cap. 13, p. 365-386, 2001.

VUYST, L.; NEYSENS, Patricia. The sourdough microflora and metabolic interactions. **Trends in Food Science & Technology**. v. 16, Issues 1-3, January–March 2005, p. 43-56.

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

YU, Y. *et al.* Contribution of spontaneously fermented sourdoughs with pear and navel orange for the bread-making. **LWT - Food Science and Technology**, [s.l.], v. 89, n. 2, p. 336-343, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0023643817308204#:~:text=Pears%20and%20navel%20oranges%20were%20used%20as%20substrates%20for%20spontaneous%20sourdoughs.&text=Dough%20retention%20capacity%20was%20strengthened%20by%20spontaneous%20sourdoughs.&text=Texture%20and%20FAAs%20concentration%20of%20breads%20were%20influenced%20by%20sourdoughs>. Acesso em: 22 dez. 2022.

WANG, X.; CHOI, S.; KERR, W. Effect of gluten content on recrystallization kinetics and water mobility in wheat starch gels. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Georgia, v. 84, p. 371-379, 2004.

WU, T. *et al.* Effects of chemical composition and baking on in vitro digestibility of proteins in breads made from selected gluten-containing and gluten-free flours. **Food Chemistry**, n. 233, p. 514-524, 2017.

APÊNDICE A - IMAGENS DO PROCESSO DE PRODUÇÃO DOS PÃES

Figura 1 – Processo de desenvolvimento do fermento natural.



Figura 2 – Massa dos pães prontas



Figura 3 – Amostras encaminhadas ao ITPS para análise



Figura 4 – Pães durante etapa de forneamento



Figura 5 – Pães após forneamento



Figura 6 – Pães fatiados

