



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE NUTRIÇÃO
COLEGIADO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS



GABRIEL CASTRO JAVARINI
HARLEM VITOR SILVA

ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DE PÃO TIPO ITALIANO DE FERMENTAÇÃO
COMERCIAL E NATURAL

OURO PRETO
2022

GABRIEL CASTRO JAVARINI
HARLEM VITOR SILVA

**ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO DE PÃO ITALIANO DE FERMENTAÇÃO
COMERCIAL E NATURAL**

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 para obtenção de grau de Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Prof. Doutora Sílvia Mendonça Vieira
– Departamento de Alimentos

Coorientadora: Prof. Doutora Patrícia Aparecida Pimenta Pereira – Departamento de Alimentos

OURO PRETO

2022



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
REITORIA
ESCOLA DE NUTRICAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS



FOLHA DE APROVAÇÃO

Gabriel Castro Javarini

Harlem Vitor Silva

Elaboração e avaliação de pão italiano de fermentação natural e comercial

Monografia apresentada ao 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 09 de setembro de 2022

Membros da banca

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

Silvia Mendonça Vieira, orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 23/06/2023



Documento assinado eletronicamente por **Silvia Mendonça Vieira, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 26/06/2023, às 00:36, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0547523** e o código CRC **ABF58F89**.

AGRADECIMENTOS GABRIEL

Agradeço primeiramente a Deus e aos meus familiares por me proporcionarem condições favoráveis para o desenvolvimento e conclusão desta pesquisa. Posteriormente, a minha orientadora Dr^a. Silvia Mendonça Vieira e a coorientadora Dr^a Patrícia Aparecida Pimenta Pereira, por todo empenho e carinho com o desenvolvimento deste artigo.

Ao Chef Diego de Grammont por disponibilizar o seu espaço para a produção dos pães aqui analisados, e ao Dr. Henrique Nogueira pelo auxílio quanto à edição do presente documento.

Por último, mas não menos importante, a Harlem Vitor Silva, meu companheiro de pesquisa que esteve comigo do início ao fim nesta jornada.

AGRADECIMENTOS HARLEM

Agradeço a Deus pelo dom da vida e por me guiar sempre nas melhores decisões. Agradeço também a minha família por me apoiar em meus sonhos e acreditar sempre em mim. A minha orientadora Dr^a. Silvia Mendonça Vieira e a coorientadora Dr^a Patrícia Aparecida Pimenta Pereira, por toda paciência, carinho e dedicação para conseguir concluir essa pesquisa.

A UFOP pelo ensino público e de qualidade, onde cresci e aprendi muito não só sobre minha profissão, mas também a ser um ser humano melhor. Por último, mas não menos importante, meu irmão de vida e parceiro de pesquisa, Gabriel Castro Javarini, por todo ensinamento e apoio para chegar até aqui.

*“O pão é o ventre, centro da
vida orgânica. O ideal é o
espírito, órgão de vida eterna.”*

Rui Barbosa.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
2. MATERIAIS E MÉTODOS	8
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
4. CONCLUSÃO	19
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20

RESUMO

O pão tipo Italiano é um alimento com propriedades singulares e preparo fácil, diferindo-se de outros tipos de pães por possuir casca e miolo com aspectos específicos. Podem ser produzidos pelo método de fermentação natural ou por fermentação comercial, onde o fermento natural é obtido a partir de leveduras ou bactérias fermentativas presentes naturalmente no ambiente ou na matéria prima e o fermento comercial é obtido pelo isolamento de leveduras em condições tecnologicamente apropriadas. A etapa de fermentação é um processo essencial para produção de pães, sendo responsável por características e aspectos tecnológicos que garantem ao pão a sua estrutura e seus parâmetros químicos e biológicos. O presente trabalho teve como objetivo elaborar e avaliar as características físicas (capacidade fermentativa, salto de forno, espessura de crosta, formato dos pães, cor e imagens de fatias) no tempo zero, e as características físico-químicas (pH, umidade e acidez) ao longo de 12 dias, de pães tipo italiano de fermentação natural e comercial. Foram encontradas diferenças significativas nos parâmetros físicos (salto de forno, formato, índice de expansão, número de alvéolos, área total, porcentagem de ar, circularidade, cor de crosta C^* , cor de miolo em L^* , C^* e H^*). Porém, não houve diferença significativa em relação a capacidade fermentativa, espessura, tamanho médio dos alvéolos, cor de crosta em L^* e H^* . Considerando somente a avaliação dos parâmetros físicos e/ou físico-químicas entre os pães elaborados, os pães de fermentação comercial apresentaram, de forma geral, resultados mais satisfatórios quando comparados aos de fermentação natural. Novos trabalhos devem ser realizados para avaliar os aspectos sensoriais e microbiológicos dos pães elaborados com os diferentes tipos de fermentos.

Palavras-chave: Fermentação, Pão, *Levain*.

INTRODUÇÃO

O pão é um produto milenar e possui crescente demanda no mercado brasileiro, o que incentivou o avanço da indústria no sentido de melhorar e criar tecnologias para o seu processamento, como o isolamento de leveduras para a produção dos fermentos biológicos comerciais (OLIVEIRA, FESTA, MORAES, JÚNIOR, LOURO, TUMULO, SOUZA, FALCÃO, 2005). O uso do fermento biológico comercial trouxe como vantagem a otimização da fermentação e padronização do produto (MARTINBIANCO, 2011). Entretanto, o processo de fermentação natural, por preservar características tradicionais e rústicas do produto vem ganhando destaque (BACH, 2021).

Segundo a Resolução RDC nº 263 de 2005 (BRASIL, 2005), o 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 das mesmas e água, podendo conter outros ingredientes.

O pão tipo italiano, é caracterizado pela sua casca grossa, miolo firme e macio e para sua produção é necessário farinha de trigo, água, sal e fermento (SUAS, 2012). Outros ingredientes podem ser adicionados, como manteiga, óleo, ovos, dentre outros, e servem para alterar alguma característica sensorial ou nutritiva (OLIVEIRA, 2021). A farinha de trigo é o principal ingrediente na produção do pão tipo italiano em função da presença das proteínas formadoras do glúten, rede viscoelástica responsável por dar flexibilidade e elasticidade desejadas no produto final (SILVA, 2018). A água é um importante agente para formação do glúten e deve ser adicionada em quantidades adequadas, pois a falta de água torna a massa irregular pela má formação da rede elástica, e em excesso retarda a formação da massa pois o glúten será enfraquecido (OLIVEIRA, 2021).

O fermento é o ingrediente responsável pela expansão da massa, pois durante a fermentação produz álcool e gás carbônico (CO_2), responsável pelo aumento de volume da massa (SILVA, 2018). O fermento biológico comercial consiste no produto obtido 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). Deste modo, quando se utiliza esse tipo de fermento para a fabricação dos pães tipo italiano, tem-se uma fermentação e um preparo mais rápido (VIANNA, 2018).

O fermento natural, é resultado da fermentação por microrganismos, leveduras e bactérias, naturalmente presentes na matéria-prima e no ambiente, produzindo ácidos lático e acético (CARMARGO, 2016). Pães tipo italiano produzidos a partir do fermento natural tem sabor característico, principalmente em função de uma fermentação lenta obtendo-se produtos com maior acidez (BACH, 2021).

A procura por pães de fermentação natural vem se destacando no mercado (SOUZA, 2022). Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Panificação e Confeitaria (Abip) em 2020, o faturamento no setor de panificação foi de R\$91,94 bilhões, com grande potencial de crescimento (ABIP, 2021).

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo elaborar e avaliar os parâmetros físicos (capacidade fermentativa, salto de forno, formato dos pães, índice de expansão, espessura da crosta, características físicas de imagens de fatias e cor), e os parâmetros físico-químicos (pH, acidez e umidade) ao longo do tempo de pães tipo italiano de fermentação natural e fermentação comercial.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na área de produção de um restaurante localizado em Ouro Preto/MG (elaboração dos pães), na Planta Piloto de Produtos Amiláceos (armazenamento e avaliações físicas) e no Laboratório de Bromatologia (avaliações físico-químicas) da Escola de Nutrição da Universidade Federal de Ouro Preto.

Foram utilizados os seguintes ingredientes: farinha de trigo (Rosa Branca®), água filtrada, sal (Globo®) e fermento biológico seco (Fleishmann®). Para a elaboração do fermento natural, foram utilizados farinha de trigo (Rosa Branca®), suco de abacaxi e água filtrada. Todos os ingredientes foram adquiridos no mercado local de Ouro Preto, MG.

Produção do Fermento Natural (Levain)

O fermento natural foi elaborado utilizando como substrato o suco de abacaxi de acordo com a metodologia de CAMARGO (2016).

Para dar início a produção, pesou-se 50 g de farinha de trigo e 60 ml de suco de abacaxi. Estes ingredientes foram misturados e armazenados em potes de plástico em incubadora BOD (CienlaB/Digital) à temperatura de 25 °C até o surgimento de bolhas,

durante 24 horas. Após as primeiras 24 horas, realizou-se a adição de farinha de trigo (30 g) e suco de abacaxi (20 ml) à mistura inicial, permanecendo sob armazenamento na mesma temperatura por mais 48 horas. Após esse tempo adicionou-se mais 50 g de farinha de trigo e 30 ml de água e reservou-se por mais 24 horas.

Em seguida, descartou-se metade do fermento, e alimentou-se com 75 g de farinha de trigo e 30ml de água. Aguardou-se por mais 24 horas.

Por fim foi descartada novamente metade da massa, e realizada nova alimentação, com 200 g de farinha de trigo e 100 ml de água, para novo crescimento, em temperatura de 25 °C, por mais 24 horas. Após esse tempo, o fermento foi armazenado à 8 °C até o momento de sua utilização. Antes da produção dos pães, foi necessário alimentar o fermento natural na proporção 1:2:3 (fermento:água:farinha de trigo) por no mínimo 8 horas antes do uso.

Elaboração dos pães

Os pães tipo italiano de fermentação comercial e natural foram produzidos de acordo com as Tabelas 1 e 2.

Tabela 1: Formulação do pão italiano de fermentação comercial.

Ingrediente	Quantidade (%)*
Farinha de trigo	100
Água	60
Fermento Biológico Fresco	4,8
Sal	2

*em relação à farinha de trigo.

Fonte: (AUTOR, 2022).

Tabela 2: Formulação do pão italiano de fermentação natural.

Ingrediente	Quantidade (%)*
Farinha de trigo	100
Água	60
Fermento Natural	40
Sal	2

*em relação à farinha de trigo.

Fonte: (AUTOR, 2022).

A massa dos pães foi produzida de acordo com a metodologia de CAMARGO (2016). Foi utilizado o método de mistura direta, onde todos os ingredientes foram adicionados para a sova, com dobras posteriores realizadas a cada 10 minutos (sendo 5 dobras no total). Em seguida, a massa foi fermentada a 5 °C por aproximadamente 8 horas (primeira fermentação). Ao fim desse tempo, a massa fermentada foi boleada em porções de 250 g, e levadas novamente a fermentação por 1 h e 30 min, à 25 °C (segunda fermentação). Ao fim desta etapa, os pães foram assados em forno elétrico (Prática, Technipan) por 35 minutos a temperatura de 210 °C.

Já os pães de fermentação comercial foram produzidos de acordo com a metodologia de CAMARGO (2016), com modificações. A farinha de trigo foi misturada com a água até que a massa se tornasse homogênea. Em seguida, foi colocada para descansar por uma hora. Depois adicionou-se o fermento na massa e dobrou-se até a sua total inclusão. E por último o sal. Foram realizadas também 5 dobras a cada 10 minutos. Em seguida, a massa foi fermentada a 5 °C por aproximadamente 8 h (primeira fermentação). Ao fim desse tempo, a massa fermentada foi boleada em porções de 250 g, e levadas novamente a fermentação por 1h e 30 min, à 25 °C (segunda fermentação). Ao fim desta etapa, assou-se os pães em forno elétrico (Prática, Technipan) por 35 minutos a temperatura de 210 °C.

Avaliação física dos pães tipo italianos

Avaliação da capacidade fermentativa

Os fermentos natural e comercial foram avaliados quanto à capacidade fermentativa, conforme Aplevicz (2013) e Rouillé, Bail e Courcoux (2000) com modificações, em duplicata. Pesou-se 10 g de cada fermento, em proveta graduada de 100 mL. Em seguida, as provetas foram armazenadas em câmaras com controle de temperatura a 30 °C, sendo que o volume foi medido de hora em hora até 14 h. Por meio do gráfico plotado (tempo de fermentação x aumento de volume) foi calculada a área abaixo da curva até o maior volume obtido, correspondendo à capacidade fermentativa.

Salto de forno

O salto de forno foi avaliado de acordo com a metodologia de Shittu et al. (2007) pela diferença da altura do pão ao final da fermentação, e após o assamento, utilizando um paquímetro para obter as medidas exatas em milímetros, em triplicata.

Formato dos pães

De acordo com Bodroza-Solarov et al. (2008), realizou-se a análise do formato dos pães. Foi utilizado paquímetro para realizar as medidas, em triplicata, nas porções centrais dos pães, em relação a sua largura e altura, obtendo seu formato pela relação altura/largura. De acordo com a metodologia, quando essa relação apresenta o resultado de 0,5, o pão é considerado regular, quando maior que 0,5 é considerado esférico, e quando menor que 0,5, é considerado plano.

Índice de expansão

Para o cálculo do índice de expansão foi adaptada a metodologia utilizada por Silva et al. (2003). As massas foram moldadas na forma esférica para permitir as medições, em triplicata, do diâmetro e da altura com auxílio de paquímetro. O Índice de Expansão (IE) dos pães foi calculado através da equação:

$$IE = \frac{\frac{(Dp+Hp)}{2}}{\frac{Dm+Hm}{2}} \quad (1)$$

Onde:

Dp e Hp = Diâmetro e altura dos pães após o forneamento (cm).

Dm e Hm = Diâmetro e altura das massas moldadas (cm).

Espessura da crosta

Mediu-se a espessura da crosta, em milímetros, com paquímetro em quatro diferentes pontos utilizando o método de Pereira et al. (2010), em triplicata.

Características físicas de imagens de fatias

As características físicas das imagens das fatias dos pães do tipo italiano foram obtidas de acordo com IATA (2014) em triplicata. Foram utilizadas quatro fatias dos diferentes pães digitalizados com scanner profissional (Lexmark–MX622), sendo que o tamanho das imagens foi de 10x10 centímetros e a resolução de 600 dpi. Definiu-se os parâmetros de número de alvéolos por cm², porcentagem de ar, tamanho médio dos alvéolos, circularidade (cm), perímetro dos alvéolos (cm) e área total (cm²), utilizando o software Image J.

Avaliação da cor

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

Avaliação físico-química dos pães tipo italianos

Foram realizadas análises de pH, acidez e umidade ao longo do tempo de armazenamento, de acordo com as normas do Instituto Adolf Lutz (2008).

pH

Determinou-se o pH utilizando phmetro (BEL) calibrado com soluções padrão de pH 4,0 e pH 7,0. As amostras (10 g) foram pesadas em balança analítica (SHIMADZU) e misturadas com água destilada. As medidas foram realizadas em triplicata.

Acidez

A acidez foi determinada utilizando-se da mesma mistura aferida para o pH através do método de titulação de NaOH 0,01 mol/l com fator de correção 0,9262, usando fenolftaleína como indicador, em triplicata.

Umidade

Aferiu-se a umidade pelo método de estufa a 105°C. Pesou-se 5 g da amostra em balança analítica (SHIMADZU), e colocou-se em estufa (BIOPAR) a temperatura constante de 105°C para desidratação por aproximadamente 8 horas, em triplicata.

Delineamento Experimental e Avaliação dos Resultados

Para as análises físicas utilizou-se um planejamento experimental com delineamento inteiramente casualizado (DIC) com duas repetições. Os resultados foram avaliados por meio de análise de variância e teste de média (Tukey) em software SISVAR (FERREIRA, 2014).

Já para as análises físico-químicas, que foram realizadas ao longo do tempo de armazenamento, utilizou-se um planejamento experimental com delineamento inteiramente casualizado (DIC) disposto em esquema fatorial completo 2x8, com duas repetições, dois tipos de pães (comercial e natural) e oito tempos de armazenamento (0, 2, 3, 5, 7, 9, 10 e 12 dias). Os resultados foram avaliados por meio de gráfico de dispersão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação física dos pães tipo italianos

Na Tabela 3 encontram-se os resultados da capacidade fermentativa, salto de forno, espessura de crosta, formato dos pães e índice de expansão para os pães produzidos com o fermento comercial e o fermento natural.

Tabela 3: Valores médios dos parâmetros físicos das diferentes formulações de pães tipo italiano.

Parâmetros analisados	Fermento Comercial	Fermento Natural
Capacidade Fermentativa (mL/h)	132,00 ± 22,00 a	108,00 ± 0,00 a
Salto de forno (mm)	16,00 ± 1,00 b	38,00 ± 2,65 a
Espessura da crosta (mm)	3,167 ± 1,04 a	1,967 ± 0,05 a
Formato dos pães	0,59 ± 0,01 a	0,43 ± 0,02 b
Índice de expansão	1,68 ± 0,00 a	1,36 ± 0,02 b

Nota: n=3. Médias seguidas pela mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A capacidade fermentativa é o método que avalia o desenvolvimento da fermentação e pode ser mensurado pela produção de ácidos, redução do pH, produção de álcool e gás e aumento de volume, que são parâmetros fundamentais para analisar as alterações ocasionadas pela fermentação (SANTOS, 2022; e GUTIERREZ, ANNICCHINO e LUCATTI; 1990). Observou-se que não houve diferença significativa em relação a este parâmetro entre os pães elaborados. Desta forma, pode-se concluir que o crescimento da massa de pão não foi influenciada pelo tipo de fermento. Os valores encontrados se aproximam dos resultados obtidos por Santos (2022) que avaliou a capacidade fermentativa em fermentos naturais obtidos de diferentes substratos, utilizando farinha de trigo branca e farinha de trigo integral e encontrou teores de 72,50 à 132,00 ml/h.

Em relação ao salto de forno, observou-se maior valor nos pães italianos elaborados com fermento natural. Esta diferença, provavelmente pode ter sido devido ao percentual de fermento utilizado na elaboração dos pães (Tabelas 1 e 2), onde utilizou-se 4,8% de fermento biológico fresco e 40% de fermento natural. Segundo Sanz-Penella, Tamayo-Ramos e Haros (2011), o ácido láctico, advindo das bactérias e leveduras do fermento natural, contribui diretamente para o aumento de volume da massa.

Quanto à espessura da crosta, não foi encontrada diferença significativa entre os pães elaborados com os diferentes tipos de fermentos. Isso porque a espessura da crosta está diretamente relacionada com a umidade utilizada na formulação (ERTOP e COSKUN, 2018), e ambos os pães foram produzidos utilizando 60% de hidratação em relação a farinha de trigo.

O formato dos pães variou de 0,43 à 0,59 tendo sido encontrada diferença significativa entre os valores obtidos. Segundo Bodroza-Solarov et al. (2008), quando os valores encontrados de formato de pães estão abaixo de 0,5, o resultado demonstra um produto classificado como plano, e acima, um produto esférico. Deste modo, o pão produzido com fermento natural foi classificado como plano, e o pão com fermento comercial foi classificado como esférico, segundo as suas respectivas dimensões.

O Índice de expansão determina a capacidade da massa de aumentar de volume vertical e horizontalmente (BRASIL, 2015). Observou-se que os pães elaborados com fermento comercial apresentaram maior índice de expansão, provavelmente devido à maior concentração de células de leveduras no fermento comercial. Zambelli (2014), avaliou a intensidade e a eficiência dos fermentos utilizados, que apresentaram valores de índice de expansão entre 1,00 (ensaio 8) e 1,36 (ensaio 1).

De acordo com a Tabela 4 é possível observar os resultados do estudo em imagens das fatias dos pães, que expressam o número de alvéolos, tamanho médio dos alvéolos, área total, porcentagem de ar e circularidade.

Tabela 4: Valores médios das características físicas das imagens das fatias dos pães elaborados com o fermento natural e comercial.

Parâmetros analisados	Fermento comercial	Fermento natural
Número de alvéolos/ cm ²	416,25 ± 29,98 a	348,00 ± 9,38 b
Tamanho médio dos alvéolos (mm ²)	8,59 ± 1,82 a	10,45 ± 0,15 a
Área total (mm ²)	2531,20 ± 136,51 b	3516,55 ± 254,33 a
Porcentagem de ar	23,69 ± 4,11 b	33,31 ± 1,12 a
Circularidade (mm)	0,89 ± 0,01 a	0,86 ± 0,01 b

Nota: n=4. Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A aeração do miolo é determinante para a qualidade do pão (SANTOS, 2021; CORREA, PÉREZ e FERRERO, 2011). A capacidade de retenção de ar do miolo é dada pela maior contagem alveolar e porcentagem de ar, e menor tamanho médio de alvéolos, garantindo um produto mais macio e volumoso (TASIGUANO *et al*, 2019). De fato, os pães de fermentação natural possuem alvéolos irregulares quando comparados aos pães de fermentação comercial, o que resultou em diferenças significativas nos parâmetros avaliados.

Os pães elaborados com fermento comercial obtiveram menor área total ($p \leq 0,05$). Este parâmetro expõe a relação entre a viscoelasticidade lamelar do glúten e o auxílio na expansão dos alvéolos (CORREA, PÉREZ e FERRERO, 2012). O fermento natural garante vantagens em relação ao comercial em relação a funcionalidade da massa, que compreende: consistência, resistência à extensão, extensibilidade e elasticidade, proporcionando assim viscoelasticidade mais satisfatória a esse produto (ROBERT *et al.*, 2006).

A circularidade (mm) é um indicador da simetria do alvéolo (IGATHINATHANE, 2008) e é o parâmetro que mede o quanto os alvéolos se aproximam ou não de um círculo (ROSELL e GOMEZ, 2007); circularidade é dada pela incorporação de ingredientes, que podem afetar a formação da rede de glúten (ZAMBELLI, 2014). Deste modo, os pães de

fermentação comercial apresentaram maior circularidade, provavelmente devido a um processo fermentativo melhor conduzido pelas leveduras (ZAMBELLI, 2014), sendo o fermento comercial uma cultura pura de *Saccharomyces cerevisiae*, enquanto que o natural é uma mistura de leveduras, bactérias, água e farinha de trigo.

Na Tabela 5 observa-se os resultados da avaliação da cor da crosta e do miolo dos pães tipo italiano elaborados com fermento comercial e fermento natural.

Tabela 5: Valores médios da coloração da crosta e miolo dos pães elaborados com o fermento natural e comercial.

Crosta	L	C	H
Fermento comercial	66,93±2,64 a	36,46±4,65 a	71,83±3,61a
Fermento natural	68,33±6,94 a	26,10±3,65 b	70,27±3,64a
Miolo	L	C	H
Fermento comercial	70,68±2,31 a	18,50± 1,01a	85,85±0,68 a
Fermento natural	62,35±4,69 b	16,30±0,99 b	82,84±1,93 b

Nota: n=8. Médias ± desvio padrão seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na cor da crosta, foram obtidos os valores médios do Ângulo (H°) de 70,27 para o natural e 71,83 no fermento comercial, não houve diferença significativa pelo teste estatístico utilizado. No entanto é notada tendência para uma cor mais amarelada, com base nas determinações onde valor próximo a 0° é determinado uma cor vermelha e próximo de 90° tende a uma cor amarela (SOARES, JEFF et al., 2020).

De acordo com os parâmetros avaliados para cor do miolo nas amostras com fermentação natural e comercial, observou-se as médias do Ângulo (H°) de 82,84 e 85,85 respectivamente, tendo sido encontrada diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Esses valores próximos a 90° determinam uma tendência de um miolo mais amarelo para os dois tipos de pães italianos avaliados.

As coordenadas que constituem C* são definidas como saturação, que corresponde à distância radial entre o centro do espaço até o encontro com o ponto da cor. A saturação é proporcional à concentração de corante e representa um parâmetro quantitativo de intensidade. (PATHARE, OPARA, AL SAID, 2013). Os valores mínimos de saturação estão concentrados no centro do espaço L*C*h*, e aumentam à medida que se deslocam para as extremidades. Quanto maior a cor croma, mais perceptíveis aos olhos humanos são as cores

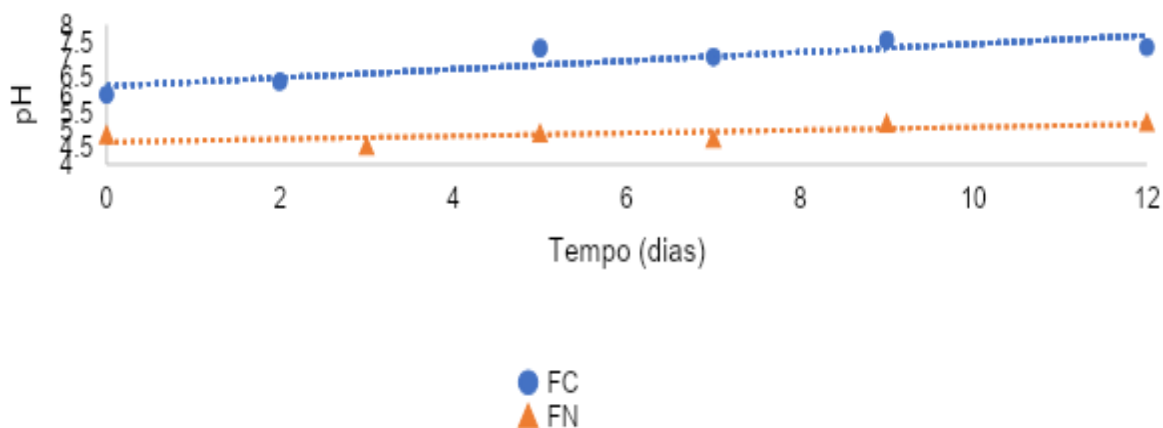
(PATHARE, OPARA, AL SAID, 2013). Na presente análise da saturação de crosta dos pães, pode-se observar que o pão de fermentação comercial apresentou coloração com maior saturação em relação ao pão de fermentação natural. O mesmo ocorreu com relação a saturação do miolo, onde pode-se notar uma intensidade maior nos pães tipo italiano com fermentação comercial quando comparado com os de fermentação natural.

Com relação à Luminosidade (L), os miolos apresentaram resultados variando de 62,35 em FN à 70,68 em FC, e para crosta, os resultados foram de 66,93 em FC à 68,33 em FN, sendo encontrada diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey tanto para crosta quanto para o miolo. Sendo assim, os pães com fermentação comercial obtiveram uma cor de miolo/crosta mais clara em comparação ao natural, onde o parâmetro de cor analisado varia de 0 (preto) a 100 (branco) de acordo com estudo comparativo (PINTO et al., 2021).

Avaliação físico-química dos pães tipo italianos

Observa-se na Figura 1 os resultados médios de pH dos pães tipo italiano de fermento comercial e de fermento natural durante o armazenamento.

Figura 1: Avaliação do pH de diferentes pães tipo italianos elaborados durante o armazenamento.

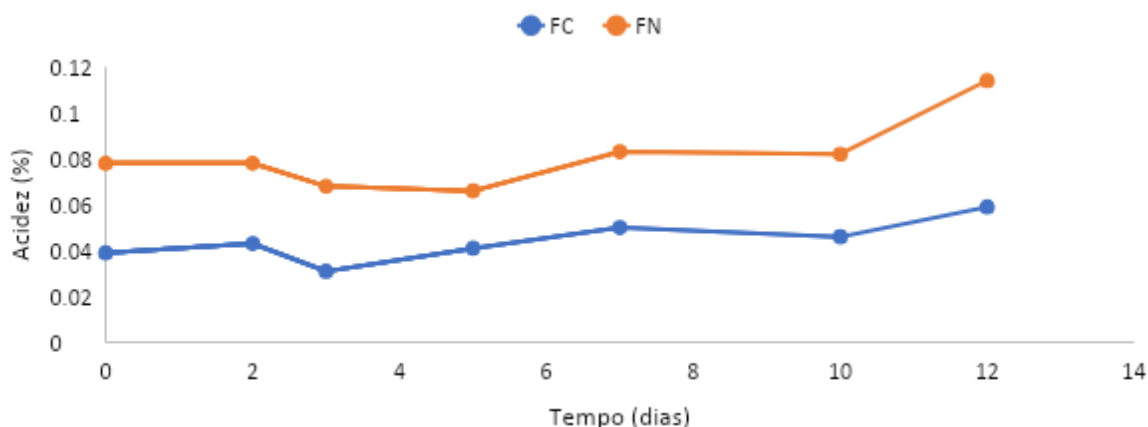


Nos primeiros 5 dias notou-se nos pães produzidos, pH abaixo de 7, demonstrando a característica ácida típica dos produtos produzidos, variando em torno de 5 para os pães de fermentação natural. Este resultado corrobora com outros estudos comparativos, como por exemplo, o trabalho realizado por Santos (2022).

Os pães fermentados naturalmente, têm acidez superior devido ao ácido láctico que é fermentado pelas bactérias presentes nesta formulação (BACH, 2021). O fermento natural resulta em características sensoriais e nutricionais diferenciadas nos pães (SABINO; SOUSA; SANTOS, 2015). O pH menos ácido nos pães de fermentação comercial é devido à característica de menor produção de ácidos pelas leveduras do gênero *Saccharomyces cerevisiae* (SANTOS, 2022; REZAEI et al., 2014).

Observa-se na Figura 2 os resultados médios de acidez dos pães tipo italiano de fermento comercial e de fermento natural durante o armazenamento.

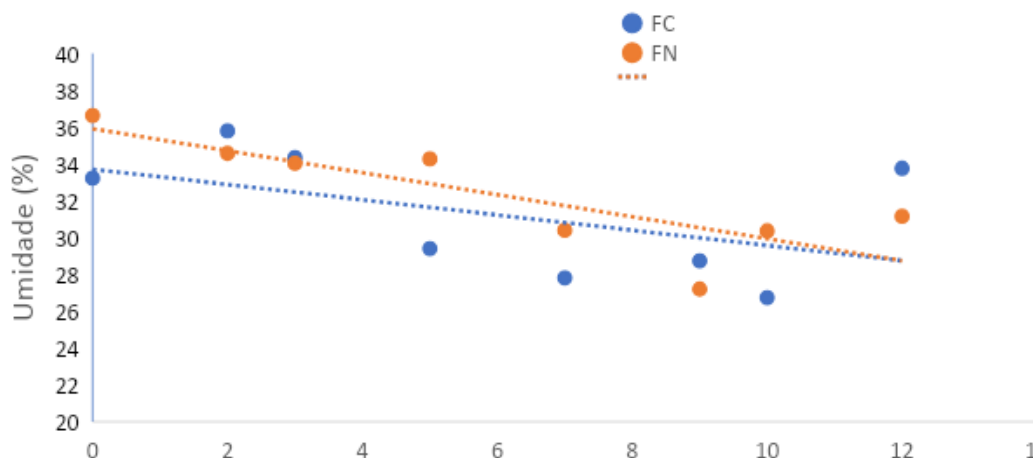
Figura 2: Avaliação da acidez em diferentes pães tipo italianos elaborados durante o armazenamento



Os pães de fermentação comercial apresentaram resultados inferiores de acidez titulável em comparação aos pães produzidos com o fermento natural. Este resultado de maior acidez nos FN era esperado, uma vez que os ácidos lácticos e acéticos que são formados pela fermentação natural representam 95-98% da acidez relatada por estudos de processos esponjas e massas, conferindo a esse produto uma acidez notoriamente mais elevada em relação ao seu análogo (AQUINO, 2012; STAUFFER, 1990). Assim, foi possível observar que os pães FN obtiveram resultados próximos ao dobro daqueles encontrados nos FC ao longo dos 12 dias de armazenamento. A maior acidez nos FN confere aos pães propriedades sensoriais específicas e maior durabilidade (SABINO; SOUSA; SANTOS, 2015). Outros autores também encontraram resultados semelhantes, ou seja, acidez do FN aproximadamente o dobro de FC ao comparar formulações com e sem o fermento natural (SCHIMITBERGER, 2021; SANTOS, 2022; MARTINS, 2022).

Observa-se na Figura 3 os resultados médios de umidade dos pães tipo italiano de fermento comercial e de fermento natural durante o armazenamento.

Figura 3: Avaliação da umidade em diferentes pães tipo italianos elaborados durante o armazenamento.



Ao decorrer dos 12 dias de análises, os pães de fermentação comercial atingiram o máximo de 35,76% no segundo dia (T2). Já os pães elaborados a partir de fermentação natural obtiveram uma máxima de 36,63% no primeiro dia (T0). Segundo a RDC 90 de 2000 os valores de umidade encontrados durante as aferições estão dentro dos permitidos, pois a legislação de pães elaborados com farinha de trigo comum pode obter o valor máximo de 38,00% de umidade em sua composição.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no presente trabalho apontaram diferenças significativas para os pães tipo italiano produzidos com os fermentos comercial e natural. Com relação aos aspectos físicos notou-se essa diferença acerca do salto de forno, índice de expansão, número de alvéolos, área total, porcentagem de ar, circularidade, vividez da crosta e luminosidade, vividez e tonalidade do miolo. Já nos aspectos físico-químicos, os resultados obtidos foram discutidos de acordo com as variações apresentadas ao longo dos dias de análise.

Acerca dos resultados encontrados para os dois tipos de fermentação (natural e comercial), os pães com fermentação comercial apresentaram resultados mais satisfatórios se

comparados aos de fermentação natural, quando foram avaliados os parâmetros físicos e físico-químicos.

Essas diferenças e variações podem impactar os produtos com relação aos aspectos sensoriais. Sugere-se como trabalhos futuros avaliação sensorial e microbiológica desses pães ao longo do tempo de armazenamento para avaliar se os resultados encontrados interferem no sabor, textura, aroma, aparência entre outros aspectos sensoriais que podem ser aplicados na análise dos pães tipo italiano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIP - Associação Brasileira da Indústria Panificação e Confeitaria. Indicadores da panificação e confeitaria brasileira em 2020: Desempenho das Panificadoras e Confeitarias Brasileiras em 2020. Disponível em www.abip.org.br/site/wp-content/uploads/2022/09/boletimde desempenhopanificacao.pdf. Acesso em 20.06.2021.
- 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.
- AQUINO, V.C. Estudo da estrutura de massas de pães elaboradas a partir de diferentes processos fermentativos. (Mestrado), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- ÁVILA, P.M. Pães de fermentação natural e industrial: aspectos tecnológicos e microbiológicos. (Trabalho de Conclusão de Curso), Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2022.
- 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. (Mestrado), Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2021.
- 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.
- BRASIL, D. L.; BELO, T. A. R.; ZAMBELLI, R. A.; PONTES, D. F.; Silva, M. L. Desenvolvimento de pães tipo forma adicionado de farinha de berinjela. *Blucher Chemical Engineering Proceedings*, v.1, n.2, p. 3119-3126, 2015.
- BRASIL. Resolução - CNNPA n. 38, de 1977 da Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). 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, 1977.

- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Aprova o “Regulamento Técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos”, constante do Anexo desta Resolução. Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. D.O.U – Diário Oficial da União, Brasília, 2005. Disponível em http://anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC_263_2005.pdf/d6f557da-7c1a-4bc1-bb84-fddf9cb846c3?version=1.0.
- CAMARGO, L. A. Pão Nosso: receitas caseiras com fermento natural. 1. Ed. São Paulo: Senac, 2016.
- CORREA, M. J.; PÉREZ, G. T.; FERRERO, C. Pectins as Breadmaking Additives: effect on dough rheology and bread quality. Food And Bioprocess Technology. Springer Science and Business Media LLC, v. 5, n. 7, p. 2889- 2898, 2011.
- ERTOP, H; COSKUN, Y. Shelf-life, physicochemical, and nutritional properties of wheat bread with optimized amount of dried chickpea sourdough and yeast by response surface methodology. Journal of Food Processing and Preservation, v. 42, n. 7, 2018.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. Revista Ciência e Agrotecnologia v.38, p.109-112. 2014.
- GENNADIOS, A.; WELLER, C.L.; HANNA, M.A.; FRONING, G.W. Mechanical and Barrier Properties of Egg Albumen Films. Journal Of Food Science, v. 61, n. 3, p. 585-589, 1996.
- GISSLEN, W. Panificação e confeitaria profissionais. 1.Ed. São Paulo: Manole, 2011.
- GUTIERREZ, L. E.; ANNICHINO, A. V. K. O.; LUCATTI, L. Capacidade fermentativa de *Saccharomyces cerevisiae* enriquecida com ácidos graxos. Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, v. 47, n. 2, p. 575-595, 1990.
- 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.
- IATA - Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos. Paterna: Laboratorio de Cereales y Productos Derivados, 2014.
- IGATHINATHANE, C.; PORDESIMO, L.O.; COLUMBUS, E.P.; BATCHELOR, W.D.; METHUKU, S.R. Shape identification and particles size distribution from basic shape parameters using ImageJ. Computers And Electronics In Agriculture, v. 63, n. 2, p. 168-182, 2008.
- MARTINBIANCO, F. Desenvolvimento da tecnologia para a produção de pão sourdough: aspectos da produção de inóculo e qualidade sensorial de pães. (Mestrado), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.
- OLIVEIRA, L. C.; ROSELL, C. M.; STEEL, C. J (2015). Effect of the addition of whole-grain wheat flour and of extrusion process parameters on dietary fibre content, starch transformation and mechanical properties of a ready-to-eat breakfast cereal. International Journal Of Food Science & Technology, v. 50, n. 6, p. 1504-1514, 2015.
- OLIVEIRA, C. S.; FESTA, F.; MORAES, J. A.; JÚNIOR, P. A.; LOURO, R.; TUMOLO, T.C. M. C.; SOUZA, T. P.; FALCÃO, V. R. Bioquímica na cozinha. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2005.

- OLIVEIRA, L. Desenvolvimento de pão a partir da fermentação natural de abacaxi e caldo de cana. *Revista Científica*: v.1, n.1, p.1-17, 2021.
- PATHARE, P.B.; OPARA, U.L.; Al-Said, F.AJ. Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. *Food Bioprocess Technol*, v.6, p.36–60, 2013.
- PEREIRA, P.A.P.; RAMOS, T.M.; GAJO, A.A.; GOMES, U.J. Viabilidade da utilização de queijo tipo ricota na elaboração de pão de queijo, 2010.
- PINTO, V.; DIAS, A.C.; ASSIS, F.; BARBOSA, L.; SANTOS, P.; ALVES, J; BARBOZA, I; GOMES, C.; SANTOS, I.; MONTEIRO, R.; CUNHA, L.; GANDRA, K.; PEREIRA, P. The Effect of Different Types of Sugars on the Physicochemical Characteristics, Sensory Acceptance, and Bioactive Compounds of Jaboticaba Jellies. *Journal of Culinary Science & Technology*. 1-18, 2021.
- REZAEI, M.N.; DORNEZ, E.; JACOBS, P.; PARSI, A.; VERSTREPEN, K.; COURTIN, C. Harvesting yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) at different physiological phases significantly affects its functionality in bread dough fermentation. *Food Microbiology*. v. 39. p.108–115, 2014.
- 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.
- ROSELL, C. M.; GÓMEZ, M. Freezing in breadmaking performance: frozen dough and partbaked bread. *Food Ver. Int.*, v. 23, n. 2, p. 303-139, 2007.
- 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.
- SÁ, A. D. F.; NETO, M.S.M.; NOGUEIRA, G.L.; SANTOS, E.V.; LIMA, T.L.S.; ARAÚJO, A.S. Fermentação de pão tipo francês: avaliação físico-química e microbiológica. Campinas: Galoá, 2018.
- SABINO, A. C.; SOUZA, J. D. C.; SANTOS, J. P. Desenvolvimento de pão “sourdough” sem glúten a partir de culturas starters. (Trabalho de conclusão de curso). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015.
- SANTOS, J. G.; Pães de fermentação natural e comercial: aspectos tecnológicos e microbiológicos (Mestrado) — Universidade Federal de Ouro Preto, 2022.
- SANZ-PENELLA, J. M.; TAMAYO-RAMOS, J. A.; HAROS, M.. Application of *Bifidobacteria* as Starter Culture in Whole Wheat Sourdough Breadmaking. *Food AndBioprocess Technology*, v.5, n.6, p.2370-2380, 2011.
- SEBRAE - Serviço de apoio às micro e pequenas empresas. Tecnologia e Inovação na Panificação e Confeitaria, 2017.
- SHITTU, T.A.; RAJI, A.O.; SANNI, L.O. Bread from composite cassava-wheat flour: i. effect of baking time and temperature on some physical properties of bread loaf. : I. Effect of baking time and temperature on some physical properties of bread loaf. *Food Research International*, v. 40, n. 2, p. 280-290, 2007.

- SILVA, M. A. Fermentação natural-conhecimento do levain e sua aplicação comercial no mercado de Fortaleza (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade Federal do Ceará, 2018.
- SILVA, M. R.; GARCIA, G. K. S.; FERREIRA, H. F. Caracterização química, física e avaliação da aceitação de pão de queijo com baixo teor energético. *Alimentos e Nutrição*, v. 14, n. 1, p. 69-75, 2003.
- SOARES, J.; QUADROS, J.; ORQIS, M.; BARCELLOS, J.; GAUTERIO, F.; AZEVEDO, M. Desenvolvimento de pão adicionado de farinha de bagaço de azeitona: avaliação de tonalidade. *Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão*, v. 11, n. 2, 2020.
- SOUZA, R.N.V. Motivações para o consumo de pães sourdough e tendências em padarias artesanais. (Trabalho de Conclusão de Curso), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2022.
- STAUFFER, C.E. Functional additives for bakery foods. New York: Van Nostrand Reinhold, 1990. 279p.
- SUAS, M. Panificação e Viennoiserie: abordagem profissional. São Paulo: Cengage Learning, 2012.
- TASIGUANO, B. L.; VILLARREAL, C.; SCHMIELE, M.; VERNAZA, M. G. Efecto del tiempo de Cocción del Zapallo (Cucurbita maxima) y la adición de Glucosa Oxidasa en el Aumento de Almidón Resistente del Pan de Molde. *Inf. tecnol*, v.30, n.3, p.167-178, 2019.
- VIANNA, F. S. V. Manual prático da panificação Senac. São Paulo: Senac São Paulo, 2018.
- ZAMBELLI, R. A. Desenvolvimento de massas congeladas de pães tipo forma contendo ingredientes funcionais. 202 f. (Dissertação Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.