



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO**  
**ESCOLA DE NUTRIÇÃO**  
**DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS**



**BEATRIZ APARECIDA DAMASCENO**  
**BRUNA ALCÂNTARA ASSIS DA CONCEIÇÃO**

**ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS EM BOLOS DE FUBÁ UTILIZANDO**  
**DIFERENTES AGENTES DE CRESCIMENTO**

**OURO PRETO**

**2025**

**BEATRIZ APARECIDA DAMASCENO**

**BRUNA ALCÂNTARA ASSIS DA CONCEIÇÃO**

**ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS EM BOLOS DE FUBÁ UTILIZANDO DIFERENTES  
AGENTES DE CRESCIMENTO**

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

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Silvia Mendonça Vieira -  
Departamento de Alimentos

**OURO PRETO/MG**

**2025**



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



**FOLHA DE APROVAÇÃO**

**Beatriz Aparecida Damasceno**  
**Bruna Alcântara Assis da Conceição**

**ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS EM BOLOS DE FUBÁ UTILIZANDO DIFERENTES AGENTES DE CRESCIMENTO**

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 24 de novembro de 2025

**Membros da banca**

Doutora - Silvia Mendonça Vieira - Orientadora (Universidade Federal de Ouro Preto) Doutora -  
Michelle Jennifer Pereira de Azevedo Batista - (Avaliadora)  
Mestrando - João Carlos Viana Malta - (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 15/12/2025



Documento assinado eletronicamente por **Silvia Mendonça Vieira**, **PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 15/12/2025, às 20:10, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.ufop.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **1032745** e o código CRC **C68434B6**.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradecemos a Deus por nos guiar e dar forças ao longo de toda essa jornada. A nossa orientadora, Silvia Mendonça Vieira, merece nosso reconhecimento especial por ter aceitado nossa ideia desde o início e por todo o apoio que nos proporcionou. Agradecemos também às nossas famílias, que foram fundamentais para chegarmos até aqui. O suporte, a paciência e a presença constante de vocês foram essenciais durante toda a nossa graduação. Aos nossos colegas de curso, especialmente àqueles que estiveram ao nosso lado desde o início, nossa gratidão. Um agradecimento especial para nossa querida amiga Ioanaira Rocha (*in memorian*), e para Ana Clara Santos, Camila Linhares, Ramon e João Carlos, além do nosso grupo de amizade "Arquivo Secreto", que sempre nos apoiou. Agradecemos também as meninas da casa cinco, Raynara, Nichole e Thais.

Agradecemos à Universidade Federal de Ouro Preto e à Pró-Reitoria de Assuntos Comunitários e Estudantis (PRACE) pelo suporte financeiro e pela infraestrutura oferecida. Ao corpo docente do curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, somos gratos pela dedicação ao ensino e pelo conhecimento compartilhado ao longo desta trajetória. Um agradecimento especial aos técnicos Bruno Gama e Yulli Albuquerque pelo suporte durante as análises deste trabalho e a mestranda Brígida D' Ávila Oliveira. Expressamos nosso carinho especial pelos projetos de extensão Ciali e Manipuladores de Alimentos, que moldaram nossa vida acadêmica, em especial ao NEPANE, que foi uma grande influência para nosso trabalho.

Por fim, agradecemos uma à outra por nunca termos abandonado uma à outra, sempre apoiando e servindo de suporte durante toda a graduação. Dedicamos este trabalho a todas as pessoas que torceram e torcem por nós, incluindo aquelas que, mesmo que brevemente ou já não presentes, foram essenciais em nossa caminhada acadêmica.

Agradecemos imensamente de coração.

*“Caminhem com o pé na terra e  
com o coração no céu”  
- Dom Bosco*

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência de diferentes agentes de crescimento nas características físico-químicas em bolos de fubá. Para isso, foram elaboradas formulações variando os tipos de agentes de crescimento utilizados, e as amostras resultantes foram submetidas a análises físicas (altura, densidade específica e cor) e físico-químicas (teor de umidade e pH). Os resultados indicaram que não houve diferença significativa na altura e na umidade entre as amostras. Entretanto, parâmetros como densidade, pH e coloração apresentaram variações relevantes em função da composição dos agentes de crescimento. A amostra que continha apenas bicarbonato de sódio apresentou pH mais elevado, densidade superior e coloração mais escura, enquanto as amostras contendo fermentos químicos compostos demonstraram melhor incorporação de ar, resultando em produtos mais leves, aerados e visualmente mais claros. Conclui-se que, embora a escolha do agente de crescimento não altere de forma significativa a umidade e o crescimento em altura do bolo de fubá, influencia diretamente na textura, aparência e a provavelmente na aceitabilidade do produto final, ressaltando a importância da formulação adequada para garantir qualidade tecnológica e sensorial.

**Palavras-chave:** fubá; bolo; mineiro; culinária; fermento químico; análises físico-químicas

## **ABSTRACT**

This study aimed to evaluate the influence of different raising agents on the physicochemical characteristics of cornmeal cakes. Formulations were developed with varying types of raising agents, and the samples were subjected to physical (height, specific gravity and color) and physicochemical (moisture content and pH) analyses. The results indicated no significant differences in height and moisture content between samples. However, parameters such as density, pH and color varied significantly depending on the composition of the raising agents. The sample containing only sodium bicarbonate had a higher pH, higher density and darker color, while the samples containing leavening agents demonstrated better air incorporation, resulting in lighter, more aerated and visually brighter products. It is concluded that although the choice of raising agent does not significantly alter the moisture content and height of the cornmeal cake, it directly influences the texture, appearance and probably the acceptability of the final product, highlighting the importance of adequate formulation to guarantee technological and sensory quality.

Keywords: cornmeal, cake, mineiro, cooking, chemical yeast, physical and chemical analysis.

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO.....</b>                      | <b>4</b>  |
| <b>2. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>             | <b>6</b>  |
| 2.1 Materiais.....                             | 6         |
| 2.2 Métodos.....                               | 7         |
| 2.2.1 Preparo dos bolos.....                   | 7         |
| 2.2.2 Análises físicas.....                    | 8         |
| Altura do bolo assado.....                     | 8         |
| Densidade específica do bolo assado.....       | 8         |
| 2.2.3 Análises Físico-Químicas.....            | 9         |
| 2.2.4 Análise estatística.....                 | 10        |
| <b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>          | <b>10</b> |
| 3.1.1 Altura do bolo.....                      | 10        |
| 3.1.2 Densidade específica do bolo assado..... | 11        |
| 3.1.3 Análise de cor.....                      | 11        |
| 3.2.1 Teor de umidade.....                     | 16        |
| 3.2.2 pH.....                                  | 17        |
| <b>4. CONCLUSÃO.....</b>                       | <b>18</b> |
| <b>5. REFERÊNCIAS.....</b>                     | <b>19</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

O fermento químico, de acordo com a legislação, é uma substância química capaz de provocar o aumento da massa em função da liberação de gás, que quando exposto ao calor, provoca uma expansão da massa, resultando em uma textura mais leve e fofa (ANVISA, 2023). É indicado para uso em massas leves, de baixa resistência mecânica como os bolos. Estas massas são mais fluidas e líquidas que a massa de pão, justamente para que confirmem aos bolos uma textura “fofa”. Massas produzidas com fermento químico devem ser contidas de uma forma a fim de que mantenham a apresentação geométrica determinada, necessitando assar no forno para que ganhem a liga mecânica necessária para conter os gases (BOBBIO; BOBBIO, 1992).

Os fermentos químicos são compostos por uma base, que é o bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ) e sais ácidos como pirofosfatos, fosfatos entre outros e tem como funções: nucleação, liberação de gás carbônico, crescimento, melhor textura, padronização das células (miolo) e aumentar resistência (evitar esfarelamento) quando misturado com ingredientes úmidos e aquecidos (SOUZA; GONÇALVES; SILVA, 2022). Logo após o forneamento, o bolo passa a possuir características palatáveis devido à alteração da cor, ao aumento de tamanho e ao cozimento da massa, chegando no produto final (RESENDE, 2007).

Os fermentos químicos são classificados em: fermento de ação rápida e fermento de ação lenta. O fermento químico de ação rápida é amplamente utilizado em receitas de panquecas, waffle pois são preparações que vão rapidamente ao forno, uma vez que o gás começa a escapar logo após a mistura dos ingredientes.(SENAI, 2009). O fermento químico de ação lenta é projetado para uma liberação gradual dos gases, permitindo que a massa cresça mais lentamente antes do cozimento (CASTRO; MARCELINO, 2012). Esse tipo de fermento pode ser incorporado à massa e deixado em repouso por um curto período antes de ser levado ao forno. (CANELA-RAWS, 2003). É utilizado em bolos pois precisam de maior estabilidade na estrutura da massa durante o cozimento. Os fermentos químicos promovem a liberação de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) por meio da reação entre bicarbonato de sódio e um ou mais componentes de caráter ácido presentes na formulação. Essas reações podem ocorrer predominantemente em temperatura ambiente, como nos fermentos de ação rápida, ou apresentar uma liberação bifásica, onde se inicia a frio e intensifica-se durante o aquecimento da massa, geralmente entre 50 °C e 60 °C característica dos fermentos de dupla ação (CANELA-RAWS, 2003).

Durante a fermentação química, ocorre a liberação de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), resultante da reação entre o ácido presente na massa e o agente alcalino. Esse processo promove um equilíbrio ácido-base, no qual o excesso de ácido pode conferir sabor adstringente aos produtos, enquanto o excesso de bicarbonato pode provocar sabor desagradável, semelhante ao sabão. A taxa de liberação de  $\text{CO}_2$  é influenciada pela temperatura de solubilização na massa, sendo utilizada como critério para a classificação dos fermentos químicos em ação rápida ou lenta. A liberação de dióxido de carbono inicia-se aproximadamente a  $27^\circ\text{C}$ , determinando o desempenho do agente de crescimento na formação da textura e do volume do produto assado.(FENNEMA,2019). O ácido Di-hidrogenofosfato de cálcio monoidratado ( $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) sendo ele de ação rápida, , presente em 78% dos fermentos em pó industriais, é um componente ácido de ação bifásica que reage parcialmente com o bicarbonato de sódio em temperatura ambiente e completa a reação durante o aquecimento (ALMEIDA; SOUSA; FERREIRA, 2020). O carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) atua como neutralizador secundário em fermentos químicos, equilibrando o pH em sistemas com ácidos fortes, como o pirofosfato, e sua baixa higroscopicidade aumenta a estabilidade dos fermentos em pó, permitindo a absorção de até 3% de umidade sem pré-ativação. Já o pirofosfato ácido de sódio ( $\text{Na}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ) é um ácido de dissolução lenta. (SUMNU, SAHIN, 2008).

A escolha entre o fermento químico de ação rápida e o de ação lenta depende do tipo de receita e do resultado desejado (CASTRO; MARCELINO, 2012). Entender as características e aplicações específicas de cada um é essencial para garantir o sucesso na preparação dos alimentos e alcançar a textura desejada nos produtos assados (GISSLEN, 2011).

Entre as diversas expressões da culinária regional brasileira, destaca-se o bolo de fubá, uma das preparações mais tradicionais da culinária mineira (FONSECA, 2022), caracterizando-se por seu sabor distintivo e forte apelo afetivo. Tradicionalmente consumido em contextos de socialização, como cafés da tarde e reuniões familiares, esse alimento assume um papel simbólico na representação da hospitalidade e do acolhimento característicos da cultura de Minas Gerais (JORNADA CULINÁRIA, 2019–2021). A palavra "*fubá*" tem origem nos povos africanos trazidos ao Brasil durante o período da escravidão, refletindo a forte influência cultural africana na culinária brasileira (SÓ ESCOLA, 2023).

O fubá é definido como a farinha de milho obtida pela moagem do grão de milho (*Zea mays* L.), desgerminado ou não, e peneirado (ANVISA, 2017) e amplamente utilizado nas cozinhas mineiras em diversos preparos, como angu, pudins, broas (ingrediente majoritário é o fubá) e bolos onde seu ingrediente principal é farinha de trigo ou outras farinhas (SILVA, 2023).

O fubá de moinho d'água é uma parte fundamental da cultura alimentar de Minas Gerais (MOINHO D'ÁGUA DE GANGORRAS E MOINHOS DA FAZENDA FELÍCIA, 2025). Os moinhos d'água, utilizados para moer milho, se tornaram um símbolo da tradição culinária local, produzido em moinhos movidos pela força da água, preservando métodos do período colonial, permitindo a produção de fubá fresco que é fundamental para diversas receitas típicas, como o bolo de fubá e o pastel de angu (ITABIRITO, 2023).

Em síntese, o fermento químico é um agente indispensável na produção de bolos, promovendo a expansão da massa por meio da liberação controlada de dióxido de carbono durante o aquecimento. Sua correta proporção na formulação são determinantes para a obtenção de textura aerada, crescimento uniforme e padronização estrutural do produto final. Sua ação é fundamental para garantir características físico-químicas compatíveis com massas, que dependem da formação e retenção de gases para alcançar volume e leveza após o forneamento.

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo geral determinar a influência do tipo de agente de crescimento (bicarbonato de sódio e dois fermentos químicos comerciais) no crescimento de bolos de fubá, avaliando os efeitos das formulações dos fermentos utilizados na elaboração das massas. Com objetivos específicos, onde buscou-se (i) a determinação das características físicas (altura do bolo, densidade específica do bolo assado e cor) e físico-químicas (pH, umidade) dos bolos de fubá produzidos com os diferentes tipos de agentes de crescimento; e (ii) a avaliação dos resultados por meio da análise de variância (ANOVA) e Teste de Tukey.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 Materiais**

O trabalho foi realizado na Planta Piloto de Produtos Amiláceos (preparo dos bolos e avaliações físicas) e no Laboratório de Bromatologia (avaliações físico-químicas) da Escola de Nutrição (ENUT) da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP).

Para o preparo do bolo de fubá, foram utilizados os seguintes ingredientes: fubá de milho, farinha de trigo (Vilma®), açúcar cristal (Cristal de Minas®), leite (Camponesa®), ovos *in natura*, óleo refinado de soja (Soya®), fermentos químicos (duas marcas comerciais) e

bicarbonato de sódio (Kitano ®). O fubá foi adquirido de um produtor rural na feira da agricultura familiar do município de Itabirito - MG. Os outros ingredientes foram adquiridos no mercado local de Ouro Preto (MG).

2.2 Métodos

2.2.1 Preparo dos bolos

Foram elaboradas três formulações de bolo de fubá (receita padrão), no qual cada formulação recebeu um tipo de agente de crescimento: fermento químico A, fermento químico B e a amostra controle (C) onde foi utilizado somente o bicarbonato de sódio (Tabela 1). A receita padrão foi composta por: 160 mL de leite, 200 g de açúcar, 200 g de fubá, 200 g de farinha de trigo, 15 g de fermento químico em pó ou bicarbonato de sódio, 2 ovos médios (aproximadamente 100 g) e 120 mL de óleo.

Tabela 1. Formulações de bolos de fubá.

| Formulação   | Descrição   |
|--------------|---|
| A            | Receita padrão + fermento químico A (amido de milho, bicarbonato de sódio, fosfato monocalcico e carbonato de cálcio)       |
| B            | Receita padrão + fermento químico B (amido de milho, bicarbonato de sódio, pirofosfato ácido de sódio, fosfato monocalcico) |
| C (Controle) | Receita padrão + bicarbonato de sódio   |

As massas foram elaboradas em tigelas de inox onde primeiramente os ingredientes secos (fubá, farinha de trigo e açúcar) foram misturados até ficarem bem incorporados. Em outra tigela, o ovo foi batido manualmente com auxílio de um fue e uma colher, visando promover a incorporação de ar, aeração da massa e contribuir para a leveza e aumento de volume. (SILVA, S. J. M, 2023). Posteriormente, adicionaram-se o leite e o óleo à mistura de ovos, constituindo a fase líquida da preparação. Esta fase líquida foi vertida sobre os ingredientes secos e a mistura foi realizada de forma delicada até atingir homogeneidade total da massa.

Por último foi adicionado o agente de crescimento (fermento químico comercial ou bicarbonato de sódio) e misturados lentamente até sua incorporação na massa.

Em seguida, a massa foi vertida em uma forma apropriada e untada e levada ao forno pré-aquecido a temperatura de 180 °C por aproximadamente 30 minutos, até que a superfície estivesse dourada e um palito inserido no centro saísse limpo.

### **2.2.2 Análises físicas**

Foram realizadas as seguintes análises físicas nos bolos assados: altura do bolo, densidade específica do bolo assado e análise colorimétrica.

#### **Altura do bolo assado**

As medidas foram realizadas em três partes diferentes de cada formulação, em triplicata, com auxílio de um paquímetro (Digimess®) (RESENDE, 2007).

#### **Densidade específica do bolo assado**

Para a determinação da densidade específica do bolo assado, a amostra foi envolvida por um filme plástico de polietileno e pesada. Em seguida, foi colocada em um recipiente de volume conhecido, o qual foi completado com semente de painço. O volume das sementes de painço utilizado foi determinado utilizando-se uma proveta graduada calibrada. O volume da amostra de bolo foi obtido pela subtração do volume do painço utilizado pelo volume do recipiente. A densidade específica foi obtida pela razão entre a massa (m) e o volume da amostra do bolo (v), aplicando-se a fórmula de densidade (d), conforme a Equação 1 (RESENDE, 2007).

$$d = \frac{m}{v} \quad (\text{Eq.01})$$

#### **Análise colorimétrica**

O espaço de cor é um método utilizado para expressar cores por meio de uma notação específica. De acordo com a Comissão Internacional de Iluminação (CIE), que estabelece padrões sobre cor e iluminação, existem três espaços de cor principais, entre os quais o CIE Lab\*.

Para a determinação da cor da crosta e do miolo dos bolos de fubá foi utilizado o colorímetro (Color Reader CR-10). A análise foi realizada utilizando 5 pedaços de cada amostra, sendo os parâmetros C, L e h medidos em extremidades diferentes (RESENDE, 2007).

Os parâmetros colorimétricos L\*, C\* e h\* são amplamente utilizados para caracterização de cor no espaço CIE Lab\*. O parâmetro L\* (luminosidade) refere-se ao grau de claridade da cor, variando em uma escala de 0 (preto) a 100 (branco), sendo essencial para a avaliação do quão clara ou escura é uma amostra (LABGRÃOS, 2025).

O parâmetro C\* (croma ou cromaticidade) indica a intensidade ou saturação da cor, em que valores mais baixos correspondem a tons acinzentados e valores mais elevados representam cores mais vivas e saturadas. Esse parâmetro é derivado das coordenadas a\* e b\* do espaço CIE Lab\* (KONICA MINOLTA, 2015). Destaca-se que a cromaticidade (C\*) é obtida a partir das coordenadas a\* e b\* do espaço CIE Lab\*, sendo calculada por meio da equação 2.

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (\text{Eq.02})$$

Por sua vez, o parâmetro h\* (matiz ou hue) descreve o ângulo de tonalidade no círculo cromático, variando de 0° a 360°, e é utilizado para identificar a tendência da cor em direção ao vermelho, amarelo, verde, azul, entre outras tonalidades (X-RITE, 2024).

### 2.2.3 Análises Físico-Químicas

#### Determinação do Teor de Umidade

O teor de umidade dos bolos assados foi determinado pelo método de secagem em estufa a temperatura constante de 105 °C, até peso constante em suas duas primeiras casas decimais (IAL, 2008).

#### Determinação do pH

Para a determinação do pH foram utilizados béqueres de 50 e 150 mL, uma proveta de 100 mL, o pHmetro, balança analítica, espátula de metal, solução tampão de pH 4,7 e 10. Foram pesadas 10 g de cada amostra em um béquer e logo após foi realizada a homogeneização (casca + miolo) com o auxílio de 100 mL de água destilada até que a amostra reduzisse o tamanho das suas partículas. A medição do pH foi realizada com o auxílio do pHmetro devidamente calibrado. As análises foram realizadas em triplicata (IAL, 2008).

## 2.2.4 Análise estatística

Foram determinados os valores médios e os desvios-padrão das variáveis analisadas. Os dados obtidos, foram submetidos à análise de variância (ANOVA) com o auxílio do software Sisvar. Quando identificadas diferenças significativas, aplicou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $p < 0,05$ ) para comparação das médias.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Análises físicas

#### 3.1.1 Altura do bolo

Os valores encontrados para a altura dos bolos de fubá com diferentes agentes de crescimento estão registrados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Altura dos bolos de fubá utilizando diferentes agentes de crescimento

| Amostra | Altura (mm)       |
|---------|-------------------|
| A       | $31,5 \pm 2,18^a$ |
| B       | $31,2 \pm 1,89^a$ |
| C       | $32,0 \pm 0,0^a$  |

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância. A= bolo de fubá com fermento químico A, B= bolo de fubá com fermento químico B e C (controle)= bolo de fubá com bicarbonato de sódio.

Os resultados encontrados variaram de 31,2 a 32,0 mm, entretanto não foi encontrada diferença significativa entre as formulações analisadas, indicando que o agente de crescimento utilizado não influenciou no crescimento (altura) da massa assada.

Alguns estudos apontam que o fermento químico é o principal responsável pela formação de gás carbônico que promove a expansão da massa, criando bolhas e conferindo leveza e volume ao bolo (RESENDE, 2007; SCHEIK et al., 2013). Independente do agente ácido utilizado para reagir com o bicarbonato de sódio, todos os fermentos em pó devem produzir pelo menos 12% de gás carbônico utilizável (GRISWOLD, 1982).

### 3.1.2 Densidade específica do bolo assado

Na Tabela 3 encontram-se os resultados para a densidade específica dos bolos de fubá assados utilizando diferentes tipos de agentes de crescimento.

**Tabela 3.** Densidade específica dos bolos de fubá assados produzidos com diferentes tipos de agentes de crescimento.

| Amostra | Densidade específica (g/L) |
|---------|----------------------------|
| A       | $0,1917 \pm 0,0118^b$      |
| B       | $0,2800 \pm 0,0283^a$      |
| C       | $0,1905 \pm 0,0135^b$      |

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância. A= bolo de fubá com fermento químico A, B= bolo de fubá com fermento químico B e C (controle)= bolo de fubá com bicarbonato de sódio.

Observou-se que os resultados variaram de 0,1905 a 0,2800 g/L sendo que a amostra B diferiu significativamente das demais pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A densidade específica é um parâmetro crítico que exerce influência direta na textura e qualidade do bolo. Segundo Resende (2007), o ar incorporado na massa durante o batimento fica disperso na fase gordurosa, afetando a densidade e diretamente a maciez e leveza do produto final (MONTEIRO SILVA et al., 2020).

De acordo com os resultados obtidos, pode-se observar que as amostras A e C apresentaram maior incorporação de ar, resultando em bolos menos densos e com estrutura mais aerada. Em contraste, a amostra B, apresentou uma densidade ligeiramente superior, o que sugere um produto final mais denso. Desta forma, a composição dos agentes de crescimento interferiu na incorporação de ar da massa. Tal resultado é condizente com o entendimento de que a formação e estabilização da espuma na massa dependem da interação química entre os componentes do fermento e a matriz da massa, bem como da composição da gordura e emulsificantes presentes (SCHEIK, 2013; RESENDE, 2007).

### 3.1.3 Análise de cor

Durante as análises realizadas, foram observadas variações nos valores de  $L^*$ ,  $c^*$  e  $h^*$  entre as amostras de bolo, que refletem diferenças significativas nas propriedades visuais, o que pode

impactar a aceitação do consumidor. A capacidade de quantificar essas diferenças é essencial para garantir a qualidade e a consistência dos produtos alimentícios, uma vez que a percepção visual desempenha um papel crucial na experiência do consumidor ao escolher e consumir alimentos.

Os resultados encontrados para a cor da crosta e cor do miolo estão presentes nas Tabela 4 e Tabela 5.

**Tabela 4. Cor da crosta de bolos de fubá elaborados com diferentes agentes de crescimento.**

| CROSTA  |                           |                           |                           |                           |                           |
|---------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Amostra | a*                        | b*                        | c*                        | L*                        | H                         |
| A       | 17,33 ± 1,08 <sup>a</sup> | 39,32 ± 0,91 <sup>a</sup> | 43,2 ± 0,53 <sup>a</sup>  | 52,08 ± 1,72 <sup>a</sup> | 66,6 ± 1,59 <sup>a</sup>  |
| B       | 16,84 ± 1,28 <sup>a</sup> | 40,70 ± 1,61 <sup>a</sup> | 43,00 ± 1,18 <sup>a</sup> | 53,70 ± 1,61 <sup>a</sup> | 67,00 ± 2,30 <sup>a</sup> |
| C       | 16,14 ± 0,60 <sup>a</sup> | 18,44 ± 1,15 <sup>b</sup> | 24,52 ± 1,13 <sup>b</sup> | 29,94 ± 2,63 <sup>b</sup> | 48,78 ± 1,51 <sup>b</sup> |

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância. A= bolo de fubá com fermento químico A, B= bolo de fubá com fermento químico B, C (controle)= bolo de fubá com bicarbonato de sódio.

As amostras A e B, que foram elaboradas com fermentos químicos convencionais, e apresentaram valores mais elevados de L\* (52,08 e 53,70, respectivamente) e de C\* (aproximadamente 43), indicando crostas mais claras e intensamente amareladas. Em contraste, a amostra C, formulada exclusivamente com bicarbonato de sódio, apresentou L\* (29,94) e C\* (24,52), o que caracteriza uma coloração escura e de baixa saturação. Essas diferenças demonstram que a variação do pH e o tipo de liberação de gases dos agentes de crescimento influenciam diretamente as reações de escurecimento superficial.

De acordo com Silva (2022), formulações que empregam agentes levedantes equilibrados mantêm o pH próximo à neutralidade, o que reduz a degradação de pigmentos naturais e resulta em coloração mais homogênea da crosta. O ângulo de matiz (H) reforça essa relação onde as amostras A e B apresentaram valores próximos de 66–67°, correspondentes a tonalidades amareladas típicas de produtos assados submetidos a leve caramelização. Em contrapartida, a amostra C (H = 48,78°) exibiu matiz mais avermelhado, característica de uma reação de Maillard mais pronunciada. Essa reação ocorre entre aminoácidos e açúcares redutores, promovendo a formação de pigmentos escuros conhecidos como melanoidinas que são macromoléculas de alto peso molecular resultantes das etapas finais da Reação de Maillard. (PURLIS, 2010; TAVARES et al., 2022).

O pH mais alcalino do bicarbonato de sódio acelera essa reação, intensificando o escurecimento e reduzindo a luminosidade superficial (APLEVICZ et al., 2014).

Conforme descrito por Schmiele et al. (2011), a coloração da crosta é fortemente influenciada pelo gradiente térmico durante o forneamento, o qual promove maior ocorrência das reações de Maillard e de caramelização nas regiões externas do produto.

Na Tabela 4, observa-se que as amostras A e B apresentaram a letra “a” em todos os parâmetros avaliados ( $a^*$ ,  $b^*$ ,  $c^*$ ,  $L^*$  e H), indicando ausência de diferença estatística significativa entre essas formulações. Em contrapartida, a amostra C, identificada pela letra “b” em todas as variáveis, diferiu estatisticamente das demais, evidenciando que o tratamento com bicarbonato de sódio influenciou de forma significativa a coloração da crosta.

Esses resultados demonstram que o uso exclusivo de bicarbonato promoveu escurecimento e redução da luminosidade ( $L^*$ ), além de menor saturação de cor ( $c^*$ ) e deslocamento do matiz (H) para tonalidades mais avermelhadas ou amarronzadas, quando comparado aos bolos preparados com fermentos químicos balanceados.

Dessa forma, o teste de Tukey confirma que as diferenças observadas são estatisticamente significativas e consistentes, indicando que as variações cromáticas da crosta não resultam de flutuações aleatórias, mas refletem o efeito real dos diferentes agentes de crescimento sobre as reações de escurecimento térmico do produto.

**Tabela 5.** Cor do miolo de bolos de fubá com diferentes agentes de crescimento.

| MIOLO   |             |             |                   |             |                   |
|---------|-------------|-------------|-------------------|-------------|-------------------|
| Amostra | $a^+$       | $b^+$       | $c^*$             | $L^*$       | H                 |
| A       | $3,90 \pm$  | $38,14 \pm$ |                   | $62,86 \pm$ |                   |
|         | $0,41^b$    | $1,50^a$    | $37,9 \pm 1,50^b$ | $2,33^a$    | $83,4 \pm 0,66^a$ |
| B       | $7,04 \pm$  | $42,48 \pm$ |                   | $62,06 \pm$ |                   |
|         | $0,85^a$    | $3,19^a$    | $44,2 \pm 3,22^a$ | $5,11^a$    | $80,3 \pm 0,88^a$ |
| C       | $14,54 \pm$ | $41,96 \pm$ |                   | $47,00 \pm$ |                   |
|         | $1,71^c$    | $2,27^a$    | $45,3 \pm 3,10^a$ | $4,50^b$    | $70,7 \pm 2,61^b$ |

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância. A= bolo de fubá com fermento químico A, B= bolo de fubá com fermento químico B e C (controle)= bolo de fubá com bicarbonato de sódio.

Os valores de  $C^*$  evidenciaram maior saturação de cor no miolo dos bolos elaborados com fermento químico B (44,2) e com bicarbonato de sódio C (45,3), em comparação à amostra A (37,9). Segundo a interpretação de Purlis (2010), valores mais elevados de saturação

relacionam-se à intensificação das reações químicas de escurecimento, como a reação de Maillard e a caramelização, responsáveis pela formação de pigmentos escuros denominados melanoidinas. Dessa forma, os agentes de crescimento B e C podem ter potencializado a formação desses compostos, resultando em um miolo mais amarelo-alaranjado e cromaticamente intenso.

No que se refere à luminosidade ( $L^*$ ), as amostras A (62,86) e B (62,06) apresentaram miolos mais claros, enquanto a amostra C (47,00) exibiu redução expressiva de luminosidade, caracterizando coloração marrom-escura, típica de produtos com pH mais alcalino. De acordo com Aplevicz (2014) e Silva (2022), o uso isolado do bicarbonato de sódio eleva o pH da massa, intensificando o escurecimento não enzimático em virtude da maior disponibilidade de grupos amina e açúcares redutores, o que acelera a reação de Maillard durante o assamento.

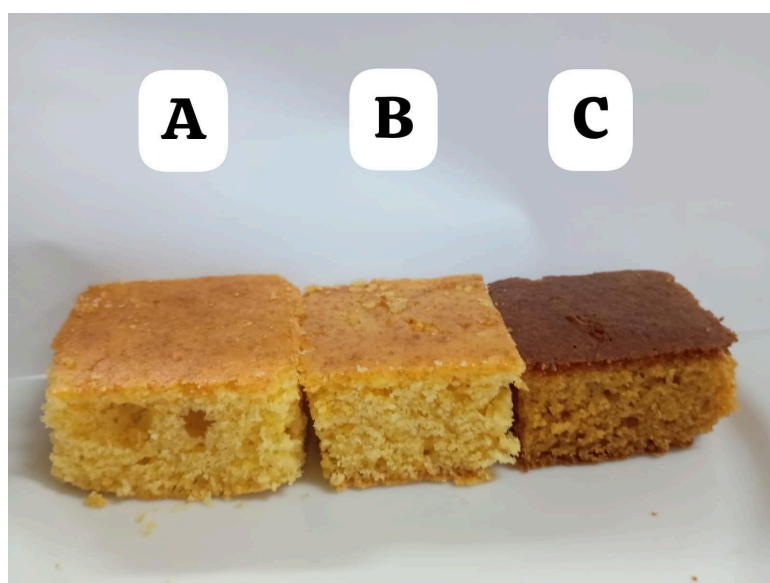
O ângulo de matiz (H) indicou predominância de tons amarelados nas amostras A ( $83,4^\circ$ ) e B ( $80,3^\circ$ ), valores próximos à faixa de  $90^\circ$ , correspondente à região amarela do círculo cromático do modelo CIE LCh. A amostra C ( $70,7^\circ$ ), por sua vez, apresentou matiz mais avermelhado-alaranjado, possível consequência da degradação de pigmentos naturais e da formação de produtos de escurecimento sob condições alcalinas. Esses resultados mostram que a modificação do agente de crescimento utilizado em nosso estudo alterou significativamente o balanço químico da massa e, consequentemente, a cor final do miolo.

Em síntese, o uso de diferentes agentes de crescimento impactou de maneira significativa os parâmetros colorimétricos do miolo. O fermento químico (B) promoveu uma coloração amarela intensa, clara e estável, enquanto a (C) ocasionou escurecimento, aumento do croma e deslocamento do matiz para tons alaranjados. Esses resultados corroboram as observações de Aplevicz (2014), Tavares (2022) e Purlis (2010), que destacam a influência do pH e da composição química do agente levedante sobre a ocorrência das reações de escurecimento térmico e, por consequência, sobre a aparência final do produto.

Com relação à cor do miolo, as amostras revelaram características distintas em termos de coloração e luminância. A amostra C apresenta uma coloração majoritariamente amarela,

conforme indicado pela coordenada  $b^*$  (47,96). Sua coordenada  $a^*$  foi de 14,54, sugerindo uma tonalidade que se aproxima do centro do gráfico e indica uma coloração mais amarronzada. A luminância da amostra C foi 47,00, considerada baixa e sugerindo uma tonalidade mais escura. Essas características combinadas resultam em uma aparência que tende a tons mais escuros e amarronzados.

Na Figura 1, pode-se observar a coloração da crosta e do miolo dos bolos de fubá com diferentes agentes de crescimento.



**Figura 1.** Cor do miolo e cor da crosta dos bolos de fubá elaborados com diferentes agentes de crescimento.

**Fonte:** Autoras (2024).

Pode-se observar que as amostras apresentam características de cor distintas, tanto na casca quanto no miolo. A coloração e a luminosidade dos bolos são fatores que podem influenciar as percepções. A amostra C se destacou por sua coloração amarela intensa com uma tendência acentuada para tons amarronzados e uma luminância baixa que resultou em uma aparência mais escura.

A cor dourada de pães, bolos e torradas é conhecida como indicador do ponto ótimo de assamento. Esse acontecimento está relacionado à reação de Maillard, um processo químico que ocorre quando os alimentos passam por um processo térmico, resultando no desenvolvimento de compostos que contribuem para a cor, sabor e aroma dos produtos

assados. A reação de Maillard é uma reação não enzimática entre aminoácidos e carboidratos que acontece quando os alimentos são principalmente expostos ao calor. Ela é responsável pela geração de novos compostos químicos que alteram a cor, o sabor e o aroma dos alimentos, podendo tornar o alimento mais palatável. (FRANCISQUINI et al., 2017)

A determinação dos parâmetros de cor é fundamental na avaliação de alimentos, pois a cor influencia diretamente a aceitação do consumidor e pode estar relacionada à presença de compostos bioativos (SILVA et al., 2021). Assim, as medições obtidas não apenas contribuem para o controle de qualidade do bolo, mas também podem fornecer *insights* sobre as reações químicas que ocorrem durante o processamento e assamento.

## 3.2 Análises físico-químicas

### 3.2.1 Teor de umidade

Os resultados encontrados para o teor de umidade das massas de bolos de fubá produzidos com diferentes agentes de crescimento estão representados na Tabela 6:

**Tabela 6.** Teor de umidade de bolos de fubá elaborados com diferentes tipos de agentes de crescimento.

| Amostra | Umidade(%)                 |
|---------|----------------------------|
| A       | 21,80 ± 2,72 <sup>a</sup>  |
| B       | 19,41 ± 10,08 <sup>a</sup> |
| C       | 24,93 ± 1,38 <sup>a</sup>  |

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância. A= bolo de fubá com fermento químico A, B= bolo de fubá com fermento químico B, C (controle)= bolo de fubá com bicarbonato de sódio.

A presença de umidade na massa é crucial para a ativação do fermento, que é responsável por proporcionar leveza e crescimento ao bolo durante o processo de assamento. Quando o fermento químico é adicionado à massa, necessita-se de umidade para ativar sua ação, liberando dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) quando em contato com calor. Esse gás é o responsável por fazer a massa crescer e ficar leve durante o cozimento (ARAÚJO et al., 2015).

Araújo e colaboradores (2015) relatam que bolos com umidade acima de 20% tendem a ser mais suscetíveis à deterioração microbiológica e apresentam menor vida útil. Os valores encontrados variaram de 19,41% a 24,93%, entretanto, não houve diferença significativa entre as amostras. No presente trabalho, observou-se que as formulações A, B e C não apresentaram diferenças significativas e são valores próximos a 20%, o que pode ser benéfico para a maciez e aceitação sensorial imediata dos bolos, bem como para sua conservação (vida útil). Entretanto, seria interessante destacar que, para inferir de forma mais precisa sobre a conservação do produto, estudos futuros devem incluir análises de atividade de água (aw) e avaliações microbiológicas complementares.

Os dados corroboram com o estudo realizado por RESENDE (2007) no qual também não houve diferença significativa com relação ao teor de umidade em formulações de pré-mistura de bolos com diferentes fermentos químicos, indicando que a retenção de água nas diversas formulações se comportou de maneira semelhante, com um teor de umidade relativamente baixo. Tal comportamento é comum em fórmulas bem equilibradas, em que a similaridade na capacidade de reter água contribui para a consistência na textura e qualidade do bolo (SCHEIK, 2013). A estabilidade do teor de umidade garante que o produto final mantenha características sensoriais adequadas ao longo do armazenamento (BORGES et al., 2010).

### 3.2.2 pH

Os resultados obtidos para o pH dos bolos de fubá produzidos com diferentes tipos de fermentos químicos encontram-se na Tabela 7.

**Tabela 7.** PH de bolos de fubá produzidos com diferentes agentes de crescimento.

| Amostra | pH                        |
|---------|---------------------------|
| A       | 7,21 ± 0,06 <sup>a</sup>  |
| B       | 7,27 ± 0,03 <sup>a</sup>  |
| C       | 10,19 ± 0,02 <sup>b</sup> |

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância. A= bolo de fubá com fermento químico A, B= bolo de fubá com fermento químico B, C (controle)= bolo de fubá com bicarbonato de sódio.

Os valores de pH encontrados nas amostras de bolo analisadas variaram de 7,21 a 10,19 e apresentaram diferenças significativas, refletindo as diferenças na composição dos agentes de crescimento. A amostra C apresentou um maior teor médio de pH (10,19), indicando características mais alcalinas em comparação às demais formulações. Isto se deve ao fato do agente de crescimento ser somente o bicarbonato de sódio, sem adição de um agente ácido, e desta forma, não havia ácido suficiente para equilibrar a sua alcalinidade (COSTA; SILVA, 2023). Por outro lado, as amostras A e B apresentaram médias menores (em torno de 7,0), valores mais próximos da neutralidade, mostrando que a diferença significativa se deu pela composição dos agentes de crescimento. O fermento químico A possui em sua composição fosfato monocalcário de sódio e o fermento químico B, pirofosfato ácido de sódio. Esses agentes ácidos dos fermentos comerciais causaram um impacto significativo nos resultados de pH.

#### **4. CONCLUSÃO**

Com base nos resultados obtidos, observou-se que os diferentes agentes de crescimento empregados nas formulações apresentaram impactos distintos sobre algumas características físico-químicas. Embora não tenham sido verificadas diferenças significativas na altura e no teor de umidade entre as amostras, parâmetros como densidade específica, pH e coloração demonstraram variações relevantes. A amostra C, composta apenas por bicarbonato de sódio, destacou-se por apresentar pH mais alcalino, densidade mais elevada e coloração mais escura, evidenciando que a ausência de componentes ácidos influencia diretamente na reação de liberação de CO<sub>2</sub>, na textura e no aspecto visual do produto final. Já as amostras A e B apresentaram melhor incorporação de ar, resultando em bolos mais leves e aerados, além de maior luminosidade, características associadas à análise de cor. Dessa forma, conclui-se que, a ação dos agentes de crescimento não alterou significativamente a umidade e a altura dos bolos, a sua composição exerce papel determinante sobre parâmetros como densidade, pH e cor, os quais impactam diretamente na qualidade tecnológica e na percepção do consumidor. Esses achados reforçam a importância da escolha adequada do agente de crescimento, visto que a interação entre seus componentes e a formulação da massa influencia diretamente a textura, aparência e aceitabilidade do produto final.

## 5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F.; SOUSA, R. A.; FERREIRA, L. R. "Agentes de Crescimento para Panificação: Comportamento do Fosfato Monocálcico em Fermentos Químicos." Universidade Federal de Viçosa, 2020.

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Publicada consolidação das normas sobre aditivos e coadjuvantes de tecnologia para uso em alimentos*. Brasília, DF, 8 mar. 2023. Disponível em: Site ANVISA. Acesso em: 21 ago. 2025.

ANVISA Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Dispõe sobre o enriquecimento das farinhas de trigo e de milho com ferro e ácido fólico*. Brasília, DF, 13 abr. 2017. Disponível em: Site ANVISA. Acesso em: 21 ago. 2025.

ARAÚJO, W. M. C. et al. Transformação dos alimentos: açúcares e açucarados. In: ARAÚJO, W. M. C. et al. *Alquimia dos Alimentos*. Brasília: Senac-DF, 2015

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. Química do processamento de alimentos. 2. ed. São Paulo: Varela, 1992.

BORGES, A. M. et al. Estabilidade da pré-mistura de bolo elaborada com 60% de farinha de banana verde. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 34, n. 1, p. 173-181, jan./fev. 2010. Acesso em: 11 set. 2025.

BARBOZA, J. A.; et al. Efeito do pH na atividade de conservantes em produtos alimentícios. *Revista Brasileira de Tecnologia Alimentar*, v. 4, n. 1, p. 45-50, 2002.

BRASIL. Resolução nº 779, de 1º de março de 2023. Dispõe sobre os aditivos alimentares, fermentos químicos e sobre os coadjuvantes de tecnologia fermentos biológicos e nutrientes para levedura destinados ao uso em produtos de panificação e biscoitos. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 8 de março de 2023.

CANELA-RAWS, Sandra. Pão: arte e ciência. São Paulo: Editora Senac. São Paulo 2003. 320p

COSTA, J. A.; SILVA, M. R. Produção de alimentos com baixo teor de sódio: uma abordagem prática. São Paulo: Editora Alimentos Funcionais, 2023.

CASTRO, Maria Helena M. M. S.; MARCELINO, Marlene S. *Fermentos químicos, biológicos e naturais*. Curitiba: Instituto de Tecnologia do Paraná, 2012.

FERREIRA, Daniel Furtado. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Científica Symposium*, Lavras, v. 6, n. 2, p. 36-41, jul./dez. 2008.

FENNEMA, O. R. *Química de Alimentos*. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2019.

FLEISCHMANN. Manual Técnico de Panificação e Confeitaria. Fleischmann, 2012.

FRANCISQUINI, J. A.; GODOY, R. C.; MOURA, L. A. Reação de Maillard: uma revisão. *Revista do ILCT*, v. 72, n. 3, p. 1-14, 2017.

GRANVILLE, Cristiane; PARREIRAS, Ninfa. Materiais Lúdicos: Elementos da Cultura da Região Sudeste – Broa de Fubá. Creative Commons - Atribuição não comercial (CC BY NC – 4.0 International). Acalanto de Brincadeiras e Interações na Creche Educação Infantil – Creche: 0 a 3 anos e 11 meses

GISSLEN, W. Professional Baking. 6. ed. Hoboken: Wiley, 2011.

GONÇALVES, J. M.; RODRIGUES, L. A.; QUADRELLI, J. A importância dos moinhos hidráulicos na cultura brasileira. *Anais do Museu Paulista*, v. 26, n. 1, p. 1-25, 2018.

IAL. Instituto Adolf Lutz. *Métodos analíticos para análise de alimentos*, 4 ed. 2008.

ITABIRITO. Dossiê do modo de fazer fubá de moinho d'água. Itabirito: Prefeitura Municipal, 2023.

INTERCONTINENTAL LOG. Pirofosfato Ácido de Sódio (SAPP). [S.l.], 21 fev. 2014.

JORNADA CULINÁRIA. Bolo de fubá: sabor da tradição brasileira. 2019-2021

LAI, Tiffany. *Choosing Bakeware: The Ultimate Guide to Picking the Right Cake Pans*. Bonray Bakeware, 1 ago. 2023.

LABGRÃOS. Espaço de cor LCh. Disponível em: <http://labgraos.com.br/manager/uploads/arquivo/material-4---prof--jorge.pdf>. Acesso em: 21 out. 2025.

LÉON, J. *Trigo: características e utilização na panificação*. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v. 13, n. 2, p. 211–222, 2011.

MAIAN. Fosfato Monocálcico. [S.l.: s.n., s.d.]

MAIA, A. S.; OSORIO, V. K. L. Decomposição térmica do bicarbonato de sódio: do processo Solvay ao diagrama tipo Ellingham. *Química Nova*, São Paulo, v. 26, n. 6, p. 853-860, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/fJx3nR4gXGkT7yXNgQT7m4x/>. Acesso em: 11 set. 2025.

MARTINS, S. I. F. S.; JAQUET, T.; VOORPOSTEL, C. R. A. Significance of Maillard reactions in food: reaction pathways, formation of melanoidins and control. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 41, p. 373-398, 2001.

MARTÍNEZ-CERVERA, S.; SANZ, T.; FISZMAN, SM. Rheological, textural and sensorial properties of low-sucrose muffins reformulated with sucralose/polydextrose. *LWT - Food Sci and Technol.*, V. 45, n. 2, p. 213-220, 2012

MINAS GERAIS. *Gosto de Minas: Broa de Fubá*. Blog Daqui de Minas. Belo Horizonte: Minas Gerais, 14 set. 2022.

MIRANDA, M. Z. de; GUARIENTI, E. M.; TONON, V. D. Qualidade tecnológica de trigo. In: PIRES, J. L. F.; VARGAS, L.; CUNHA, G. R. da (org.). *Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2011. Cap. 15, p. 371–390.

Moinho d'Água de Gangorras e Moinhos da Fazenda Felícia. *Moinho d'Água de Gangorras e Moinhos da Fazenda Felícia*. Couto de Magalhães de Minas: Prefeitura Municipal de Couto de Magalhães de Minas – MG,

MOISTURE LOSS FROM CHEESE DURING BAKING. *Journal of Dairy Science*, v. 108, n. 5, p. 1234-1240, 2025.

MONTEIRO SILVA, S.J.; SOUZA, A.R.; RODRIGUES, R.C.; RIBEIRO, M.V.F.; NEVES, N.A.; PINTO, N.A.V.D. Otimização e caracterização físico-química de bolo tipo muffin adicionado de derivados de café (*Coffea arabica* L.). *Research Society and Development*, v. 11, n. 9, 2022.

OLIVEIRA, R; et al Análise da acidez titulável em bolos processados. *Revista Brasileira de Agrotecnologia*, v11,n2,p118-123 ,abr-jun ,2021.

OLIVEIRA, M. R.; SILVA, M. R.; COSTA, J. A. Estabilidade microbiológica e físico-química de misturas para bolo. *Revista Brasileira de Tecnologia de Alimentos*, 2017.

ORNELLAS, Lieselotte Hoeschl. Técnica dietética: seleção e preparo de alimentos. 8. ed. São Paulo: Atheneu, 2007.

PIROFOSFATO Ácido de Sódio. ICT-Unesp, 2025.

PURLIS, E. Modeling moisture loss in baked products. *Food Research International*, v134, p109-115, 2020.

RESENDE, G. C. Formulação e Avaliação de Fermentos Químicos para Pré-Mistura de Bolo. Dissertação de Mestrado em Ciência dos Alimentos, UFLA, Lavras-MG. 2007.

RODRIGUES, K. N. L. Elaboração de mistura para bolo enriquecida com farinha de resíduo de acerola. 2024. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 06 maio 2024.


QUADRELLI, J.; RODRIGUES, L.A.; GONÇALVES, J.M. Importância da densidade e volume específico em produtos de panificação. In: Anais do Congresso Internacional de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2009.

SANTOS, Thiago Ribeiro Madureira. Avaliação físico-química, microbiológica e sensorial de bolos com diferentes proporções de farinha de soja. 2024. Trabalho de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, Ceres, 2024.

SCHEIK, L. K.; SANTOS, J. L.; SILVEIRA, L. F.; SOUZA, V. R. D.; GULARTE, M. A. Diferentes métodos de crescimento na elaboração de bolos. Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Pelotas, XXII, 2013.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL (SENAI). Tecnologia de Panificação e Confeitaria .2.ed .Brasília: SENAI, 2009.

SILVA, M. F. *Substituição de açúcar por sucralose e goma xantana nas propriedades reológicas das massas de bolos tipo esponja*. 2022. 85 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2022.

SILVA, A. *Diferenças de broa e bolo*. Conheça Minas, 18 ago. 2023. Disponível em: portal  *Conheça Minas*. Acesso em: 25 ago. 2025.

SILVA, L. C. O equivalente em carbonato de cálcio dos corretivos da acidez dos solos. *Scientia Agricola*, v. 53, n. 1, p. 1-10, 1996.

SO ESCOLA. Fubá: o que é, significado. Disponível em: *Só Escola* (portal educativo). Acesso em: 25 ago. 2025.

SOUZA, M. R.; GONÇALVES, L. F.; SILVA, A. C. Substitution of baking powders in a pound cake by an overpressure extrusion process. *Food Chemistry*, v. 364, p. 130432, 2022.

SUMNU, S. G.; SAHIN, S. **Food Engineering Aspects of Baking Sweet Goods**. Boca Raton: CRC Press, 2008.

SKOOG; WEST; HOLLER; CROUCH. Fundamento química analítica - Skoog (8a ed.). p325 cap14 ,2015.

SOUZA, M. R. Impacto da fermentação natural na panificação. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2020.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP). Tipos de Fermentos. Botucatu, [s.d.].

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ. *Revistas científicas da UTFPR*.