



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



**VICTÓRIA DE MARI**

**UTILIZAÇÃO DE FARINHA DE ALBEDO DE LARANJA NA  
ELABORAÇÃO DE PÃES DE HAMBÚRGUER**

**OURO PRETO  
2025**

**VICTÓRIA DE MARI**

**UTILIZAÇÃO DE FARINHA DE ALBEDO DE LARANJA NA  
ELABORAÇÃO DE PÃES DE HAMBÚRGUER**

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

Orientador(a): Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Silvia Mendonça Vieira

**OURO PRETO  
2025**

## SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

M332u Mari, Victoria de.  
Utilização de farinha de albedo de laranja na elaboração de pães de hambúrguer. [manuscrito] / Victoria de Mari. - 2025.  
23 f.

Orientadora: Profa. Dra. Silvia Vieira.  
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto.  
Escola de Nutrição. Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos .

1. Frutas cítricas. 2. Resíduos. 3. Pão. I. Vieira, Silvia. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 613.2

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



## FOLHA DE APROVAÇÃO

**Victoria de Mari**

### UTILIZAÇÃO DE FARINHA DE ALBEDO DE LARANJA NA ELABORAÇÃO DE PÃES DE HAMBÚRGUER

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 27 de março de 2025

#### Membros da banca

Doutora - Silvia Mendonça Vieira - Orientadora - Universidade Federal de Ouro Preto  
Doutora - Kelly Moreira Bezerra Gandra - Universidade Federal de Ouro Preto  
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 03/04/2025



Documento assinado eletronicamente por **Silvia Mendonça Vieira, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 11/04/2025, às 20:28, 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 **0895493** e o código CRC **28E24EF6**.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, gostaria de agradecer à minha família, com um agradecimento especial à minha avó, mãe e tia, que me ensinaram o verdadeiro valor da perseverança e sempre foram uma fonte de sabedoria e carinho. Aos meus irmãos, que nunca desistiram de mim e me ajudaram a manter o foco e a motivação ao longo dessa caminhada.

À Isabelle, pela paciência, compreensão e incentivo diário. Obrigada por estar ao meu lado.

À Universidade Federal de Ouro Preto, pelo ensino de qualidade e gratuito, por me proporcionar uma formação sólida e pelo apoio durante toda a minha jornada acadêmica. Sou grata pela estrutura e pelo aprendizado que me permitiram chegar até aqui.

Não poderia deixar de fazer um agradecimento especial à minha orientadora, Silvia Mendonça Vieira, por sua orientação não apenas no âmbito acadêmico, mas também por todo o apoio e cuidado em outros aspectos da minha vida. Você foi uma fonte de inspiração e força, sempre disposta a me ajudar, mesmo fora da sala de aula. Sou eternamente grata por tudo o que fez por mim e por me acompanhar com tanta generosidade e dedicação.

*"Cada vez que reaproveitamos o que seria descartado, estamos não apenas protegendo a natureza, mas também criando um futuro mais justo e sustentável para todos."*

*(Vandana Shiva)*

## RESUMO

A laranja é uma das frutas mais presentes na mesa dos brasileiros, com o Brasil sendo o maior produtor de laranja e o maior exportador de suco concentrado. Dentre as diversas variedades da fruta, destaca-se a Pêra Rio (*Citrus Sinensis*), utilizada tanto para o consumo in natura quanto para o processamento de suco concentrado. Parte significativa da fruta, especialmente o bagaço, conhecido como albedo, é desperdiçada durante o processamento, resultando em resíduos ricos em fibras. Estudos indicam que a farinha de albedo de laranja é uma fonte valiosa de fibras, podendo ser utilizada para enriquecer produtos de panificação, como, por exemplo, pães de hambúrguer. Com o objetivo de aproveitar o albedo de laranja, este trabalho teve como objetivo a produção de pães de hambúrguer elaborados a partir de farinhas mistas (farinha de trigo e farinha de albedo de laranja) e a avaliação dos parâmetros físicos (volume específico, coeficiente de expansão, salto de forno, densidade aparente, formato, cor da crosta e do miolo) e físico-químicos (pH, umidade, teor de cinzas, lipídios, proteínas e carboidratos) da farinha de albedo de laranja e das quatro formulações de pão de hambúrguer com e adição farinha de albedo de laranja. Foram elaboradas quatro formulações de pães de hambúrguer com teores de farinha de albedo de laranja de 0%, 2,5%, 5% e 7,5% (p/p) em substituição à farinha de trigo. Os resultados mostraram maiores valores para salto de forno e coeficiente de expansão nos pães com menores teores de adição de farinha de albedo de laranja. Todos os pães de hambúrguer apresentaram formato esférico ( $>0,5$ ). Em relação à cor da crosta, a formulação com 7,5% de albedo (F4) foi a mais clara, enquanto a com 2,5% (F2) e 5% (F3) tiveram cor mais intensa e tom amarelado. As amostras F3 e F4 apresentaram tonalidades mais amareladas, influenciadas por compostos fenólicos e carotenoides. No miolo, a adição de farinha de albedo aumentou a luminosidade em relação à F1 (controle). A F3 teve a maior saturação de cor, enquanto a F1 teve a menor. Formulações com mais albedo (F2 e F4) apresentaram tonalidades mais amareladas. Assim, a substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de albedo de laranja não apenas oferece uma oportunidade para reduzir o desperdício, mas também representa uma maneira de melhorar a qualidade alimentar da população, podendo ser amplamente explorada pela indústria de alimentos.

**Palavras-chave:** frutas cítricas, resíduos, pão.

## ABSTRACT

Orange is one of the most consumed fruits in Brazil, with the country being the largest producer of oranges and the leading exporter of concentrated juice. Among the various varieties, the Pêra Rio (*Citrus Sinensis*) stands out, being used both for fresh consumption and for concentrated juice processing. A significant portion of the fruit, especially the pulp, known as albedo, is wasted during processing, resulting in fiber-rich residues. Studies indicate that orange albedo flour is a valuable source of fiber and can be used to enrich baked goods such as hamburger buns. Aiming to utilize orange albedo, this study focused on the production of hamburger buns made from mixed flours (wheat flour and orange albedo flour) and the evaluation of physical parameters (specific volume, expansion coefficient, oven spring, apparent density, shape, crust and crumb color) and physicochemical properties (pH, moisture, ash content, lipids, proteins, and carbohydrates) of orange albedo flour and four hamburger bun formulations with different levels of albedo flour. Four hamburger bun formulations were developed with orange albedo flour contents of 0%, 2.5%, 5%, and 7.5% (w/w) as a partial substitute for wheat flour. The results showed higher values for oven spring and expansion coefficient in buns with lower levels of orange albedo flour. All hamburger buns exhibited a spherical shape ( $>0.5$ ). Regarding crust color, the formulation with 7.5% albedo (F4) was the lightest, while the 2.5% (F2) and 5% (F3) formulations had more intense color and a yellowish tone. Samples F3 and F4 displayed more yellowish hues, influenced by phenolic compounds and carotenoids. In the crumb, the addition of albedo flour increased luminosity compared to F1 (control). F3 had the highest color saturation, while F1 had the lowest. Formulations with higher albedo content (F2 and F4) exhibited more yellowish tones. Thus, the partial replacement of wheat flour with orange albedo flour not only presents an opportunity to reduce waste but also represents a means to enhance the nutritional quality of food, making it a promising ingredient for the food industry.

**Keywords:** citrus fruits, scraps, bread.

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	1
2.	OBJETIVOS .....	2
2.1	OBJETIVO GERAL.....	2
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	2
3.	MATERIAL E MÉTODOS .....	2
3.1	Materiais .....	2
3.1.1	Obtenção da farinha de albedo de laranja.....	3
3.2	Métodos.....	3
3.2.1	Composição centesimal da farinha do albedo de laranja .....	3
3.2.2	Elaboração dos pães de hambúrguer.....	3
3.3	Avaliação das propriedades físicas dos pães.....	4
3.3.1	Determinação da espessura da crosta .....	4
3.3.2	Parâmetros de cor do miolo e da crosta dos pães.....	5
3.3.3	Determinação do coeficiente de expansão.....	5
3.3.4	Análise de volume específico .....	5
3.3.5	Densidade aparente .....	6
3.3.6	Formato dos pães de hambúrguer.....	6
3.4	Avaliação estatística.....	6
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	6
4.1	Composição centesimal da farinha de albedo de laranja .....	6
4.2	Análises físico-químicas das formulações de pão de hambúrguer.....	8
4.3	Avaliação das propriedades físicas dos pães.....	10
4.4	Análise de Cor .....	11
5.	CONCLUSÃO .....	13
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	14

## 1. INTRODUÇÃO

A Laranja Pêra Rio (*Citrus Sinensis*) pertence a classe das laranjas doces comuns e é a mais consumida e exportada do Brasil. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2025), em 2023 o país teve uma produção estimada em mais de 17 milhões de toneladas de laranja, sendo que a maior parte da produção brasileira está concentrada no estado de São Paulo e se destina à indústria de suco (ARAÚJO, 2019).

A laranja é composta por pericarpo exterior, dividido em exocarpo (flavedo), mesocarpo (albedo - parte branca e esponjosa) e endocarpo (gomos - parte mole). Durante o processamento do suco de laranja, aproximadamente metade do peso bruto da fruta é convertido em suco, sendo o restante considerado subproduto (OKINO DELGADO, 2014). A preocupação sobre os impactos que os resíduos podem provocar vem desencadeando a busca pelas indústrias alimentícias por alternativas para reutilização e diminuição da geração dos mesmos (LENHARDT, 2016).

Segundo Bublitz et al. (2013), o albedo pode ser utilizado na formulação de farinhas enriquecidas, destacando-se pelo elevado teor de fibras. Santana (2005) identificou que esse subproduto apresenta 76,5% de fibras totais, com uma relação entre fibras insolúveis e solúveis de aproximadamente 3:1, correspondendo a 60,02% de fibras insolúveis e 16,48% de fibras solúveis. Além disso, Gonçalves et al. (2012) verificaram que o albedo contém 39,3% de pectina, reforçando seu potencial como ingrediente funcional.

Diversos estudos têm sido conduzidos com farinhas mistas, visando sua aplicação no setor de panificação. Assim, as pesquisas nesse campo têm se concentrado na melhoria da qualidade nutricional dos produtos alimentícios e na satisfação da demanda dos consumidores por opções mais diversificadas (SOARES, 2017). O pão é considerado um produto bastante popular no Brasil possuindo uma boa aceitação por pessoas de todas as idades e classes sociais. Tradicionalmente, ele é o resultado do cozimento de uma massa feita com farinha de trigo, água e sal, podendo ter a adição de um lipídio (SILVA, 2012). Logo, a utilização da farinha de albedo de laranja em produtos de panificação torna-se fonte alternativa nutritiva de baixo custo na

produção de pães de hambúrguer. Mesmo a farinha de trigo sendo o principal componente das formulações dos produtos panificados, sua substituição parcial por outros tipos de farinha, pode não ocasionar prejuízo à qualidade dos mesmos (BUBLITZ et al. 2013).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar as características físicas e físico-químicas de pães de hambúrguer com a substituição parcial da farinha de trigo por farinha de albedo de laranja.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Desenvolver uma farinha a partir do albedo de laranja;
- Determinar a composição centesimal (umidade, teor de cinzas, lipídios, proteínas e carboidratos) da farinha de albedo de laranja;
- Padronizar as formulações de pão de hambúrguer adicionados de farinha de albedo de laranja;
- Determinar o salto de forno, coeficiente de expansão, volume específico, densidade aparente e formato de pães com e sem adição de farinha de albedo de laranja.
- Determinar o pH e teores de umidade, proteína, lipídios e cinzas formulações de pão de hambúrguer.

## **3. MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 Materiais**

O trabalho foi conduzido na Planta Piloto de Produtos Amiláceos e Laboratório de Bromatologia da Escola de Nutrição da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), Ouro Preto, Minas Gerais.

A farinha de trigo, manteiga, açúcar, leite em pó, fermento biológico seco, sal e melhorador foram adquiridos no mercado local de Ouro Preto, MG.

### **3.1.1 Obtenção da farinha de albedo de laranja**

Os albedos de laranja Pêra Rio (*Citrus Sinensis*) foram obtidos de laranjas adquiridas no comércio local de Ouro Preto, Minas Gerais. Os resíduos foram coletados, colocados em potes de plástico contendo aproximadamente 700 g por embalagem e armazenados em freezer horizontal a temperaturas de -14 a -20°C, permanecendo até o momento de utilização. Para obtenção da farinha, os albedos foram descongelados e em seguida colocados em um desidratador de bandeja com circulação de ar (PD-25, Polidryer, Viçosa, MG), a uma temperatura de 60°C, por aproximadamente 8 horas (FERREIRA SILVA et al., 2020). Em seguida, o albedo foi triturado em liquidificador industrial (Skymesen Inox Copo Monobloco) até a obtenção de uma farinha, sendo peneirada na peneira mesh 32 / 0,50 mm para uniformidade. O acondicionamento da farinha se deu em potes fechados, armazenados em local seco e à temperatura ambiente.

## **3.2 Métodos**

### **3.2.1 Composição centesimal da farinha do albedo de laranja**

As análises da composição centesimal da farinha de albedo de laranja foram realizadas segundo metodologia preconizada pelo Instituto Adolfo Lutz (2008): umidade em estufa a 105°C; cinzas pela calcinação da amostra em forno mufla a 550°C; proteína pelo método de Kjeldahl; lipídios pelo método de Soxhlet por extração de óleo com éter de petróleo. A quantidade de carboidrato foi calculada pela diferença entre 100 e a soma das porcentagens de água, proteína, lipídios totais e cinzas, sendo utilizados como valores de conversão, 4 para o cálculo de carboidratos e 9 para proteínas e lipídios. As análises foram realizadas em triplicata.

### **3.2.2 Elaboração dos pães de hambúrguer**

Os pães de hambúrguer foram elaborados em quatro formulações, com teores da farinha de albedo de laranja de 0% (controle), 2,5%, 5% e 7,5% (p/p). Os demais ingredientes, exceto a água, foram padronizados e a definição do percentual com base na quantidade de farinha de trigo utilizada. Para a elaboração dos pães tipo hambúrguer, todos os ingredientes foram adicionados à amassadeira espiral (G

Paniz) conforme a formulação (Tabela 1), onde foram homogeneizados com adição gradual de água até atingir o ponto final da massa, em aproximadamente 25 minutos. Em seguida, cada massa de cada formulação foi pesada e separada em 22 porções de 70 g, modeladas e encaminhadas para fermentação em armário de fermentação (Cimapi) por cerca de 2 horas e 30 minutos. Após esse período, os pães foram assados em forno Turbo Super Compacto (Progás) pré-aquecido a 180°C por 30 minutos. Além disso, foram preparadas quatro bolinhas de 15 g cada para a determinação do coeficiente de expansão, volume específico e densidade aparente de cada formulação. As formulações empregadas na produção das massas de pão de hambúrguer estão apresentadas na **Tabela 1**.

**Tabela 1-** Formulações utilizadas para elaboração dos pães tipo hambúrguer

<b>Formulações/Ingredientes</b>	<b>F1 (controle)</b>	<b>F2</b>	<b>F3</b>	<b>F4</b>
Farinha de trigo*	100%	97,5%	95%	92,5%
Farinha de albedo de laranja	0%	2,5%	5%	7,5%
Manteiga sem sal	12%	12%	12%	12%
Açúcar	9%	9%	9%	9%
Leite em pó	3%	3%	3%	3%
Fermento biológico seco	2%	2%	2%	2%
Sal	2%	2%	2%	2%
Melhorador	1%	1%	1%	1%
Água gelada	53%	53%	56,5%	61%

\*Porcentagem em relação à quantidade de farinha de trigo.

**Fonte:** Pesquisa Direta.

### **3.3 Avaliação das propriedades físicas dos pães**

#### **3.3.1 Determinação da espessura da crosta**

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

### 3.3.2 Parâmetros de cor do miolo e da crosta dos pães

A análise de cor do miolo e da crosta dos pães foi realizada utilizando o colorímetro (Hunterlab, Miniscan XE plus) com a escala CIELab. A cor de cada amostra foi medida em quatro pontos em sua superfície, com base no sistema CIE Lab registrando parâmetros de cor onde L\* varia de 0 a 100 (preto/branco), c\* = saturação e H\* = ângulo de tonalidade.

### 3.3.3 Determinação do coeficiente de expansão

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

$$C_e = (V_2 - V_1) / V_1 \times 100 \quad (1)$$

Onde:

C<sub>e</sub> = coeficiente de expansão (%);

V<sub>2</sub> = volume do pão de hambúrguer assado (cm<sup>3</sup>).

V<sub>1</sub> = volume da massa crua (cm<sup>3</sup>);

### 3.3.4 Análise de volume específico

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

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

Onde:

V<sub>esp</sub> = volume específico (cm<sup>3</sup>/g);

V = volume do pão (cm<sup>3</sup>);

m = massa do pão (g).

### 3.3.5 Densidade aparente

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

$$\rho = m/V \quad (3)$$

Onde:

$\rho$  = densidade aparente (g/cm<sup>3</sup>);

m = massa (g);

V = volume (cm<sup>3</sup>).

### 3.3.6 Formato dos pães de hambúrguer

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

## 3.4 Avaliação estatística

As médias obtidas nas análises foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade em software Sisvar (FERREIRA, 2014).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Composição centesimal da farinha de albedo de laranja

Os resultados da análise centesimal da farinha de albedo de laranja estão apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2-** Composição centesimal da farinha de albedo de laranja

<b>Componentes</b>	<b>Teor médio (g.100g<sup>-1</sup>) * ± desvio padrão</b>
Umidade	5,68 ± 1,04
Cinzas	2,69 ± 0,06
Lipídio	3,45 ± 0,65
Proteínas	3,37 ± 0,15
Carboidratos	86,09 ± 1,23

\*Média de três repetições para cada parâmetro analisado.

**Fonte:** Pesquisa Direta.

A farinha de albedo de laranja obtida apresentou um teor de umidade de 5,68%, abaixo do teor máximo de umidade estabelecido para farinhas pela legislação (15%) (BRASIL, 2005) e próximo ao encontrado por Ferreira Silva et al. (2020). O controle de umidade é um parâmetro essencial, pois afeta a estabilidade, qualidade e composição do produto. Isso pode impactar diretamente sua estocagem, embalagem e processamento (ALVES, 2012).

Em relação às cinzas, que são os resíduos sólidos que permanecem após a queima da matéria orgânica, foi encontrado um teor médio de 2,69 g.100g<sup>-1</sup>, valor próximo aos encontrados por Bublitz et al. (2013) e Ferreira Silva et al. (2020), também em farinha de albedo de laranja, sendo estes de 2,45 g.100g<sup>-1</sup> e 2,83 g.100g<sup>-1</sup>, respectivamente.

O teor de lipídios encontrado na farinha de albedo de laranja (3,45 g.100g<sup>-1</sup>) foi superior ao encontrado por Santana (2005), sendo este de 2,82 g.100g<sup>-1</sup> e também mais elevado que teor de lipídios da farinha de trigo, que é de 1,4 g.100<sup>-1</sup> de acordo com a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO (2011).

O teor de proteínas obtido para a farinha de albedo de laranja foi de 3,37 g.100g<sup>-1</sup>, valor superior aos encontrados por Alves et al. (2012), que obtiveram um teor de 2,97 g.100g<sup>-1</sup> em farinha de tangerina, próximo ao determinado por Ferreira Silva et al. (2020), que encontraram 2,73 g.100g<sup>-1</sup> em farinha de albedo de laranja, e a 4,96 g.100g<sup>-1</sup> encontrado por Souza (2024) em farinha de albedo de laranja.

Esses valores estão abaixo dos teores mínimos exigidos pela legislação brasileira para farinhas de trigo, que variam de 7,5% a 8,5% de proteína, dependendo da classificação, indicando que o teor de proteína nas farinhas de albedo de laranja analisadas é consideravelmente inferior ao mínimo estabelecido para as farinhas de trigo (BRASIL, 2005).

Com relação aos carboidratos, o valor determinado na farinha de albedo de laranja foi de 86,09 g.100g<sup>-1</sup> maior do que o encontrado por Alves et al. (2012), que foi de 47,10 g.100g<sup>-1</sup>, e superior ao valor obtido por Souza (2024), que determinou 62,19 g.100g<sup>-1</sup> para a farinha de albedo de laranja. A diferença nos valores encontrados pode ser explicada pela variabilidade das amostras, metodologias analíticas e características específicas de cada estudo, como o tipo de laranja, o processo de extração e a preparação das amostras (Cestonaro, 2018). Essas variações influenciam os resultados obtidos.

#### 4.2 Análises físico-químicas das formulações de pão de hambúrguer

Na Tabela 3, encontram-se os resultados das análises físico-químicas das formulações dos pães de hambúrguer com substituição parcial da farinha de trigo por farinha de albedo de laranja.

**Tabela 3-** Resultados das análises físico-químicas para as formulações do pão de hambúrguer

Formulação	pH	Umidade (%)	Proteína (%)	Lipídio (%)	Cinzas (%)
F1 (controle)	5,6 a	36,8 a	14,9 b	2,91 c	1,63 c
F2	5,4 a	36,1 a	17,56 a	3,08 bc	1,71 c
F3	5,1 b	35,1 b	5,28 c	3,46 b	2,03 b
F4	4,8 c	35,1 b	4,04 c	3,68 a	2,27 a

\*Média de três repetições para cada parâmetro analisado. F1 = controle, F2 = 2,5% de farinha de albedo de laranja, F3 = 5,0% de farinha de albedo de laranja e F4 = 7,5% de farinha de albedo de laranja.

**Fonte:** Pesquisa Direta.

Com relação ao teor de umidade, os valores variaram entre 35,1% e 36,8%, permanecendo dentro do limite máximo permitido de 38% (g/100 g), conforme estabelecido pela RDC n.º 90/00 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2000).

O pH das formulações variou de 4,8 a 5,6, apresentando um ligeiro decréscimo à medida que se aumentou a quantidade de farinha de albedo de laranja na formulação do pão de hambúrguer. Esse comportamento pode estar relacionado à acidez da matéria-prima, uma vez que, segundo Clemente et al. (2013), o pH das farinhas provenientes do resíduo do processamento de laranja é em torno de 4,5.

O teor de proteínas foi significativamente influenciado pela substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de albedo. A formulação F2 apresentou o maior teor proteico (17,56%), enquanto a F4 registrou o menor (4,04%). Já o teor de lipídios aumentou proporcionalmente à adição de farinha de albedo, sendo menor na formulação controle (F1), com 2,91%, e maior na F4, com 3,68%. Esse acréscimo pode estar associado à interação entre os ingredientes da formulação.

Além disso, houve um aumento significativo no teor de cinzas com a adição de farinha de albedo, passando de 1,63% (F1) para 2,27% (F4). Esse crescimento indica uma maior presença de minerais na formulação, uma vez que a fração de cinzas representa a quantidade de compostos minerais presentes nos ingredientes.

### 4.3 Avaliação das propriedades físicas dos pães

Na Tabela 4 encontram-se os resultados das análises físicas realizadas nos pães de hambúrguer com diferentes percentuais de farinha de albedo de laranja.

**Tabela 4-** Resultados das análises físicas das formulações do pão de hambúrguer

Amostra	Salto de Forno (mm)	Coefficiente de expansão (cm <sup>3</sup> )	Volume Específico (cm <sup>3</sup> /g)	Densidade Aparente (g/cm <sup>3</sup> )	Formato
F1 (controle)	5,75 a	66,605 a	2,7525 a	0,3675 a	0,5198 ε
F2	4,25 a	53,750 a	2,2500 b	0,4525 a	0,5473 ε
F3	4,25 b	25,457 b	2,2500 b	0,4525 a	0,5245 ε
F4	3,50 b	9,168 b	2,0000 b	0,5075 a	0,5233 ε

\*Letras iguais na mesma coluna significam que não houve diferença estatística significativa nos tratamentos entre as médias ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott. F1 = controle, F2 = 2,5% de farinha de albedo de laranja, F3 = 5,0% de farinha de albedo de laranja e F4 = 7,5% de farinha de albedo de laranja.

**Fonte:** Pesquisa Direta.

Em relação ao salto de forno, os resultados variaram de 3,50 a 5,75 mm, havendo diferença significativa entre as amostras. A amostra F1 (controle) apresentou o maior salto de forno (5,75 mm), em comparação às formulações F2 e F3 (ambas com 4,25 mm) e F4 (3,50 mm). Além disso, F2 e F3 não diferiram entre si, mas ambas foram significativamente superiores a F4, que teve menor salto de forno entre todas as amostras. Observou-se que quanto maior o percentual de adição de farinha de albedo de laranja, menor foi o salto de forno.

Para determinar o coeficiente de expansão e o volume específico após o forneamento, utilizou-se o método de deslocamento de sementes de painço. Não foi observada diferença significativa ( $p > 0,05$ ) para coeficiente de expansão entre as amostras controle (0%) e 2,5% de adição de farinha de albedo de laranja, porém, estas diferiram ( $p \leq 0,05$ ) das demais 5% e 7,5%. Assim como o salto de forno, o coeficiente de expansão leva em consideração os volumes das amostras antes e depois do forneamento. Como dito anteriormente, a farinha de albedo de laranja não

possui as proteínas formadoras do glúten, e, portanto, não é capaz de reter os gases da fermentação como a farinha de trigo.

Quanto ao volume específico, a amostra F1 (controle) apresentou diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) em relação às demais. Como a amostra controle não tem adição de farinha de albedo de laranja, foi capaz de reter maior quantidade dos gases da fermentação em sua rede de glúten, e com isso apresentar um maior volume específico. As amostras contendo farinha de albedo de laranja (F2, F3 e F4) não diferiram significativamente entre si. Quanto à densidade aparente (0,3675 e 0,5075 g.cm<sup>-3</sup>), não foram observadas diferenças estatisticamente significativas ( $p > 0,05$ ) entre as amostras. Da mesma forma, não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) do formato entre as amostras. Todos os resultados da relação altura/largura foram maiores que 0,5, o que sugere um formato esférico para todas as amostras avaliadas.

#### 4.4 Análise de Cor

Os resultados para a cor da crosta e do miolo para as amostras de pão de hambúrguer avaliadas encontram-se nas Tabela 5 e Tabela 6.

**Tabela 5-** Resultados da análise de cor da crosta para formulações do pão de hambúrguer

Amostra	L	c	H
F1 Controle (0%)	61,687 b	36,673 a	70,227 c
F2	60,720 b	38,020 a	67,340 b
F3	62,227 b	35,273 b	72,433 a
F4	64,873 a	37,120 a	72,200 a

\*Letras iguais na mesma coluna significam que não houve diferença estatística significativa nos tratamentos entre as médias ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott. F1 = controle, F2 = 2,5% de farinha de albedo de laranja, F3 = 5,0% de farinha de albedo de laranja e F4 = 7,5% de farinha de albedo de laranja.

**Fonte:** Pesquisa Direta.

A cor é um dos parâmetros mais importantes que podem exercer influência nos consumidores (BASTOS et al., 2014). O parâmetro L\* (luminosidade) variou de 60,720 (F2) a 64,873 (F4). Houve diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) da amostra F4 em relação às demais, onde está apresentou um maior valor para este parâmetro. Com relação

às coordenadas cromáticas c e H, o comportamento foi diferente. Com relação a c, somente a formulação F3 diferiu significativamente ( $p \leq 0,05$ ) das demais, enquanto a coordenada H, F3 e F4 não diferiram significativamente entre si ( $p > 0,05$ ), mas apresentaram diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) com relação às demais amostras. Ferreira Silva et al. (2020) não encontraram diferença significativa com relação ao parâmetro L\* em formulações de hambúrguer bovino adicionados de farinha de albedo laranja como substituto da gordura. Provavelmente, a diferença encontrada para L\* no presente trabalho seja em função do percentual adicionado de farinha de albedo de laranja nas formulações.

A coordenada c, representa a saturação, onde o valor encontrado representa a distância do eixo de luminosidade (L\*) e inicia em zero, no centro. Os valores encontrados variaram de 35,273 a 38,020 e a formulação F3 diferiu significativamente das demais em relação à cor da crosta.

A coordenada H representa o ângulo de tonalidade, sendo expresso em graus, onde 0° é vermelho e 90° amarelo. As formulações do presente trabalho apresentaram cor da crosta entre 67,340 (F2) e 72,433 (F3), indicando mudanças na tonalidade da crosta. Os maiores valores foram observados nas amostras F3 e F4, que possuíam maior concentração de farinha de albedo de laranja, sugerindo uma tendência para tons mais amarelados. Apesar das diferenças entre as amostras, todas apresentaram um ângulo indicativo de uma tonalidade amarelo-claro, com maior intensidade de cor nas amostras F3 e F4.

**Tabela 6-** Resultados da análise de cor do miolo para formulações do pão de hambúrguer.

<b>Amostra</b>	<b>L</b>	<b>c</b>	<b>H</b>
F1 controle (0)	60,060 b	16,047 d	75,120 b
F2	63,587 a	19,180 c	81,001 a
F3	60,427 b	25,160 a	76,960 b
F4	63,880 a	21,907 b	79,913 a

\*Letras iguais na mesma coluna significam que não houve diferença estatística significativa nos tratamentos entre as médias ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott. F1 = controle, F2 = 2,5% de farinha de albedo de laranja, F3 = 5,0% de farinha de albedo de laranja e F4 = 7,5% de farinha de albedo de laranja.

**Fonte:** Pesquisa Direta

Os valores de parâmetro L\* indicam que a adição de farinha de albedo de laranja resultou em um aumento significativo na luminosidade do miolo em relação à formulação controle (F1). As amostras F2 e F4 apresentaram valores significativamente mais altos (63,587 e 63,880, respectivamente) em comparação com F1 (60,060) e F3 (60,427) ( $p \leq 0,05$ ).

Com relação a coordenada croma (c), que reflete a intensidade da coloração, houve uma variação significativa entre as amostras, com destaque para as formulações F3 (25,160), que apresentou um aumento significativo na saturação da cor em relação às demais amostras, indicando um miolo com menor intensidade de coloração. Obtivemos valores mais elevados no parâmetro H para as amostras F2 (81,001) e F4 (79,913), enquanto F1 e F3 apresentaram valores menores. Resultados semelhantes foram relatados por Bell et al. (2017), que relataram que ingredientes ricos em fibras cítricas podem influenciar a tonalidade dos produtos assados devido à presença de componentes fenólicos e carotenoides. Acredita-se que a adição de farinha de albedo de laranja altera a cor do miolo tornando-o mais amarelado, o que pode ser confirmado pelos valores do ângulo de tonalidade (H).

## **5. CONCLUSÃO**

Os resultados obtidos mostram que a substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de albedo de laranja, não apenas oferece uma oportunidade para reduzir o desperdício, mas também representa uma maneira de melhorar a qualidade da alimentação da população, podendo ser largamente explorada pela indústria de alimentos.

Sugere-se, como trabalhos futuros a realização de avaliação sensorial dos pães de hambúrguer adicionados de diferentes percentuais de farinha de albedo de laranja, de forma a determinar se existem diferenças sensoriais entre as amostras e qual o teor ideal de substituição da farinha de trigo pela farinha de albedo de laranja.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, T.O et al. **Desenvolvimento de biscoito tipo cookie rico em fibras utilizando farinha de albedo de tangerina “Pokan”**. In: CONBRAN. XXII CONGRESSO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO. Recife, 2012.

ARAÚJO, A. C. C; BUDOIA, S. A. G. **Características físico-químicas e benefícios da farinha de laranja**. Revista Nutrição Brasil, 2019;18(1):49-54.

BASTOS, S. C., PIMENTA, M. E. S. G., PIMENTA, C. J., REIS, T. A., NUNES, C. A., PINHEIRO, A. C. M., FABRÍCIO, L. F. F., LEAL, R. S. **Alternative fat substitutes for beef burger: technological and sensory characteristics**. Journal of Food Science and Technology, 51(9), 2046–2053, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1233-2>

BELL, T. A.; GONZÁLEZ, E. M.; FERNANDEZ, C. **Maillard reaction in bakery products: Influence of protein content and baking conditions**. International Journal of Food Science & Technology, v. 52, n. 6, p. 1345-1353, 2017.

Bodroža-Solarov, M., Filipčev, B., Kevrešan, Ž., Mandić, A., Šimurina, O. (2008). **Quality of bread supplemented with popped *Amaranthus cruentus* grain**. Journal of Food Process Engineering 31: 602–618.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC n. 90, de 18 de outubro de 2000. Aprova o regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de pão. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, out. 2000.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento Técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. RDC no 263 de 22/09/2005. (p. 368). Diário Oficial da União, 184. Aprova o regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, ago. 2005.

BUBLITZ, S.; EMMANOUILIDIS, P. R. de O; M. S. Becker Rohlfs; A. L. de Monte Baccar, N.; Corbellini, V. A.; & Marquardt, L. **Produção de uma farinha de albedo de laranja como forma de aproveitamento de resíduo**. Revista Jovens Pesquisadores, 2013.

CESTONARO, T. **Variabilidade espacial e temporal nas características químicas do composto de resíduos alimentares produzidos em escala comercial**. 2018. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

FERREIRA, D. F. (2014). Programa Sisvar: versão 3,04. Lavras: UFLA/DEX.

FERREIRA SILVA, L.B.; MIRANDA, C.N.; SANTOS, M.; PEREIRA, P.A.P.; CUNHA, L.R.; VIEIRA, S.M.; GANDRA, K.M.B. **Orange albedo flour as a fat replacer in beef burgers: adding value to citrus industry by-products.** Research, Society and Development, v. 9, n. 10, 2020.

GENNADIOS, A. et al. **Mechanical and Barrier Properties of Egg Albumen Films.** Journal Of Food Science, [S.L.], v. 61, n. 3, p. 585-589, maio 1996. Wiley.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985. IBGE 2025 Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/laranja/br>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistematico-da-producao-agricola.html?=&t=resultados>. Acessado em: 29 de setembro de 2022.

BRASIL. Instrução Normativa nº 8, de 2 de junho de 2005. **Regulamento Técnico para Farinha de Trigo.** Diário Oficial da União, 2005.

LENHARDT, E. H. **Avaliação da produção e viabilidade de esporos de Bacillus atrophaeus ATCC 9372 utilizando resíduos do processamento de suco de laranja.** 2016. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Químico-Farmacêutica) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

MARCHI, C. M. D. F.; GONÇALVES, I. de O. **Compostagem: a importância da reutilização dos resíduos orgânicos para a sustentabilidade de uma instituição de ensino superior.** Revista Monografias Ambientais, 1, e1, 2020.

OKINO-DELGADO, C. H. e FLEURI, L. F. **Obtaining lipases from byproducts of orange juice processing.** Food Chemistry, v. 163, p. 103–107, 2014.

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

SANTANA, M. F. S. **Caracterização físico-química de fibra alimentar de laranja e maracujá.** 2005. 188f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

SILVA, L. B. F.; MIRANDA, C. N.; SANTOS, M. dos; PEREIRA, P. A. P.; CUNHA, L. R. da.; VIEIRA, S. M.; GANDRA, K. M. B. **Farinha de albedo de laranja como substituto de gordura em hambúrgueres bovinos: agregação de valor aos**

**subprodutos da citricultura.** Research, Society and Development, [S. l.], v. 9, n. 10, p. e1599108298, 2020.

SOARES, Denise Josino et al. **Utilização de farinha de resíduos de goiaba na elaboração de pães.** *Revista CIENTEC*, v. 9, n. 1, p. 97-103, 2017.

SOUZA, J. E. L. A.; SOUSA, A. J. J.; ANDRADE, A. B.; DINIZ, F. M.; SOUZA, A. L. B.; LEAL, I. L. Avaliação físico-química da farinha proveniente da casca e bagaço da laranja. In: **SIMPÓSIO DA PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E CIÊNCIA DE ALIMENTOS – SIMPECAL, 4.**, 2024, Salvador.

TACO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos.** Versão 4. Unicamp, São Paulo, 2011.