

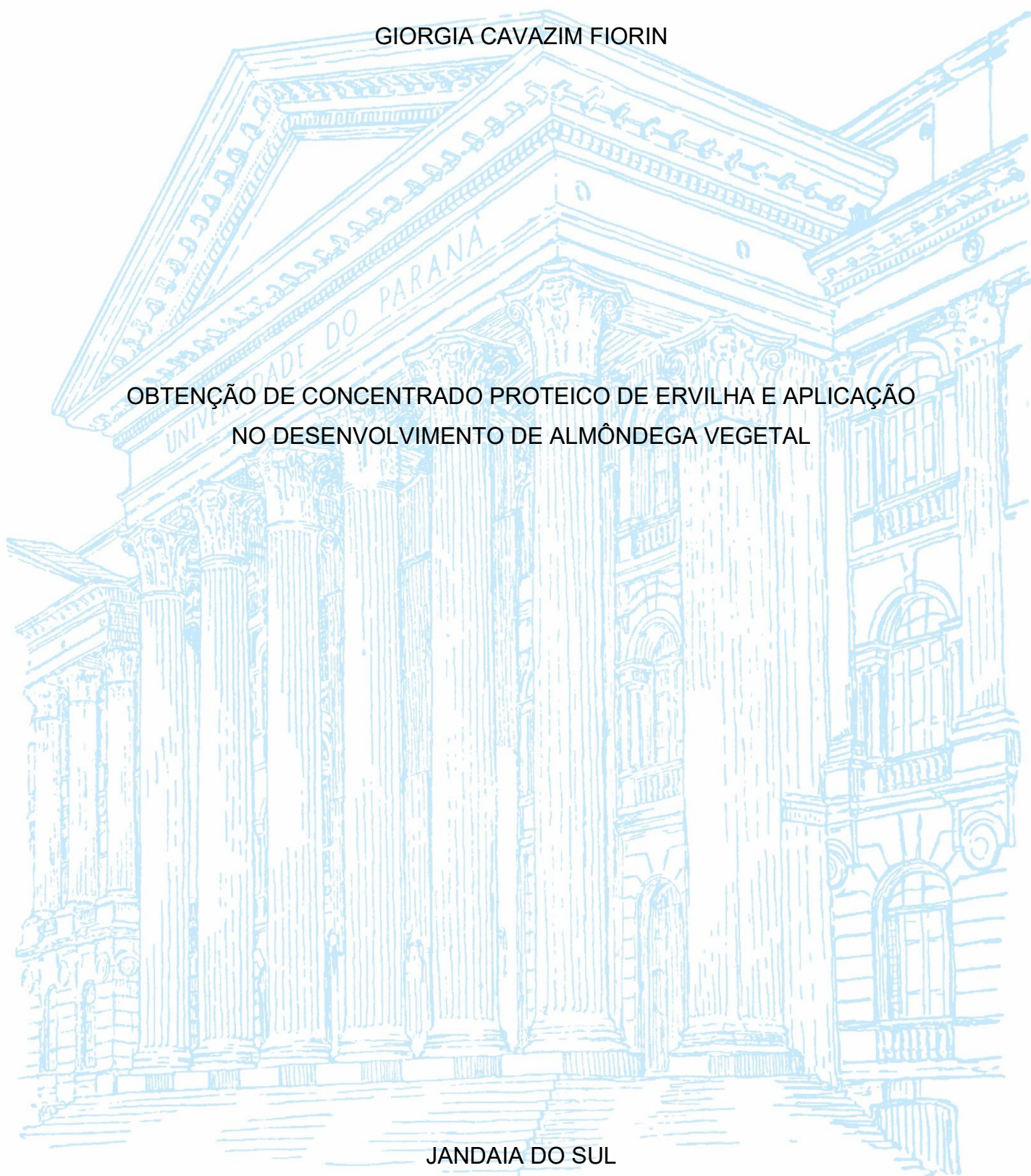
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

GIORGIA CAVAZIM FIORIN

OBTENÇÃO DE CONCENTRADO PROTEICO DE ERVILHA E APLICAÇÃO  
NO DESENVOLVIMENTO DE ALMÔNDEGA VEGETAL

JANDAIA DO SUL

2024



GIORGIA CAVAZIM FIORIN

OBTENÇÃO DE CONCENTRADO PROTEICO DE ERVILHA E APLICAÇÃO  
NO DESENVOLVIMENTO DE ALMÔNDEGA VEGETAL

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia de Alimentos, Campus Avançado Jandaia do Sul, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Dirlei Diedrich Kieling

Coorientadora: Profa. Dra. Renata Bachin Mazzini Guedes

JANDAIA DO SUL

2024

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA JANDAIA DO SUL

Fiorin, Giorgia Cavazim

Obtenção de concentrado proteico de ervilha e aplicação no desenvolvimento de almôndega vegetal. / Giorgia Cavazim Fiorin. – Jandaia do Sul, 2024.

1 recurso on-line : PDF.

Monografia (Graduação) – Universidade Federal do Paraná, Campus Jandaia do Sul, Graduação em Engenharia de Alimentos. Orientadora: Profa. Dra. Dirlei Diedrich Kieling.

1. Pisum sativum. 2. Proteína vegetal. 3. Análogo cárneo.  
I. Kieling, Dirlei Diedrich. II. Universidade Federal do Paraná.  
III. Título.

CDD: 664



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

**PARECER Nº**  
**PROCESSO Nº**  
**INTERESSADO:**

**354/2024/UFPR/R/JA**  
**23075.071163/2021-31**  
**COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

### **TERMO DE APROVAÇÃO**

**GIORGIA CAVAZIM FIORIN**

### **"OBTENÇÃO DE CONCENTRADO PROTEICO DE ERVILHA E APLICAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DE ALMÔNDEGA VEGETAL"**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos no curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Paraná, aprovado pela seguinte banca examinadora:

Orientadora:

Dra. Dirlei Diedrich Kieling

Curso de Engenharia de Alimentos, UFPR

Dra. Suelen Siqueira dos Santos

Curso de Engenharia de Alimentos, UFPR

Dra. Leomara Floriano Ribeiro

Curso de Engenharia de Alimentos, UFPR

Dra. Renata Bachin Mazzini Guedes

Curso de Engenharia Agrícola, UFPR

Jandaia do Sul, 11 de dezembro de 2024.

---



Documento assinado eletronicamente por **DIRLEI DIEDRICH KIELING, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 11/12/2024, às 14:36, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.

---



Documento assinado eletronicamente por **SUELEN SIQUEIRA DOS SANTOS, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 11/12/2024, às 14:37, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.

---



Documento assinado eletronicamente por **LEOMARA FLORIANO RIBEIRO, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 11/12/2024, às 14:37, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.

---



Documento assinado eletronicamente por **RENATA BACHIN MAZZINI GUEDES, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 11/12/2024, às 14:41, conforme art. 1º, III, "b", da Lei 11.419/2006.

---



A autenticidade do documento pode ser conferida [aqui](#) informando o código verificador **7347057** e o código CRC **59D7CA25**.

---

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais, que possibilitaram que eu chegasse até aqui.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus e à Nossa Senhora, por estarem sempre guiando meus passos e iluminando meu caminho.

Aos meus pais, Cristiane Cavazim e Marcelo Fiorin, que nunca mediram esforços para realizar os meus sonhos, que me apoiam, me dão força e coragem. Obrigada pelos conselhos, conversas, orações e ajuda.

Ao meu irmão, Guilherme Cavazim Fiorin, por me apoiar e estar sempre ao meu lado, pelas conversas e risadas.

À toda minha família que esteve sempre comigo, mesmo com a distância.

Ao meu namorado, Maurício Fonseca, pela compreensão e força que me passou. Suas palavras de apoio em momentos difíceis sempre me fortaleceram.

Aos meus amigos do grupo “nós”, que mesmo não seguindo o mesmo caminho acadêmico seguem em minha vida e seguirão para sempre.

Aos meus amigos do grupo “meninas e o Pedro” e da República Várzea, que fizeram com que boa parte da graduação se tornasse mais leve e divertida.

À professora Dirlei Diedrich Kieling, minha orientadora, e à professora Renata Bachin Mazzini Guedes, minha coorientadora, pelos conselhos, ensinamentos, cuidado, paciência e por aceitarem estar comigo nessa.

Às professoras Leomara Floriano Ribeiro e Suelen Siqueira dos Santos, por aceitarem o convite para a banca, pelas aulas ao longo da graduação e pela ajuda de sempre.

À técnica Cássia, pela paciência e disponibilidade em me auxiliar sempre que preciso.

À Universidade Federal do Paraná, que me proporcionou momentos incríveis e inesquecíveis e a todos os professores do Campus de Jandaia do Sul.

Agradeço a todos que se fizeram presentes nessa caminhada e que contribuíram para que eu chegasse até aqui.

Obrigada!

# OBTENÇÃO DE CONCENTRADO PROTEICO DE ERVILHA E APLICAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DE ALMÔNDEGA VEGETAL

Giorgia Cavazim Fiorin; Renata Bachin Mazzini Guedes; Dirlei Diedrich Kieling

## RESUMO

Devido à crescente demanda por alternativas alimentares à base de plantas e ao crescimento de vegetarianos e veganos no mundo, as proteínas vegetais têm se destacado como ingredientes na formulação de novos produtos. Com isso, este estudo teve como objetivo desenvolver um concentrado proteico de ervilha (*Pisum sativum* L.) e avaliar sua aplicação na formulação de uma almôndega vegetal. O concentrado foi obtido por extração alcalina e precipitação isoelétrica, e analisado por meio do teor de proteína pelo método Kjeldahl, apresentando teor proteico de 71 g 100 g<sup>-1</sup>, e perfil de aminoácidos pelo sistema UPLC, apresentando oito dos nove aminoácidos essenciais, sendo a lisina o aminoácido essencial faltante. A almôndega vegetal foi formulada com o concentrado de ervilha, proteína texturizada de soja e outros ingredientes funcionais, como farinha de rosca e manteiga de coco. Determinou-se a composição centesimal e realizou-se análises microbiológicas, comparando os resultados à uma almôndega bovina. A versão vegetal apresentou maior teor de proteína (18,45 g 100 g<sup>-1</sup>), cinzas (4,15 g 100 g<sup>-1</sup>) e umidade (51,24 g 100 g<sup>-1</sup>), enquanto o teor de lipídios (14,66 g 100 g<sup>-1</sup>) foi equivalente ao da versão bovina e teor de carboidratos (11,54 g 100 g<sup>-1</sup>) inferior. A almôndega vegetal demonstrou qualidade microbiológica adequada para consumo. Sendo assim, conclui-se que o concentrado proteico de ervilha se destaca como alternativa proteica sustentável e sua aplicação na formulação de uma almôndega vegetal é promissor, atendendo os aspectos nutricionais e microbiológicos necessários.

**Palavras-chave:** *Pisum sativum*; proteína vegetal; análogo cárneo.

## OBTAINING PEA PROTEIN CONCENTRATE AND APPLICATION IN THE DEVELOPMENT OF VEGETABLE MEATBALLS

Giorgia Cavazim Fiorin; Renata Bachin Mazzini Guedes; Dirlei Diedrich Kieling

### ABSTRACT

Due to the growing demand for plant-based food alternatives and the growth of vegetarians and vegans in the world, vegetable proteins have stood out as ingredients in the formulation of new products. Therefore, this study aimed to develop a pea (*Pisum sativum* L.) protein concentrate and evaluate its application in the formulation of a vegetable meatball. The concentrate was obtained by alkaline extraction and isoelectric precipitation, and analyzed using the Kjeldahl method for protein content, presenting a protein content of 71 g 100 g<sup>-1</sup>, and an amino acid profile using the UPLC system, presenting eight of the nine essential amino acids, being lysine is the missing essential amino acid. The vegetable meatball was formulated with pea concentrate, textured soy protein and other functional ingredients, such as breadcrumbs and coconut butter. The proximate composition was determined and microbiological analyzes were carried out, comparing the results to a beef meatball. The vegetable version had a higher protein content (18.45 g 100 g<sup>-1</sup>), ash (4.15 g 100 g<sup>-1</sup>) and moisture (51.24 g 100 g<sup>-1</sup>), while the lipid content (14.66 g 100 g<sup>-1</sup>) was equivalent to that of the beef version and had a lower carbohydrate content (11.54 g 100 g<sup>-1</sup>). The vegetable meatball demonstrated microbiological quality suitable for consumption. Therefore, it is concluded that pea protein concentrate stands out as a sustainable protein alternative and its application in the formulation of a vegetable meatball is promising, meeting the necessary nutritional and microbiological aspects.

**Keywords:** *Pisum sativum*; vegetable protein; meat analogue.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - PROCESSO DE PRODUÇÃO DO CONCENTRADO PROTEICO DE ERVILHA.....	16
FIGURA 2 - PROCESSO PRODUTIVO DA ALMÔNDEGA.....	18
FIGURA 3 - CONCENTRADO PROTEICO SECO E MACERADO EM ALMOFARIZ.....	22
FIGURA 4 - GRÁFICO DE VARREDURA DE AMINOÁCIDOS DO CONCENTRADO PROTEICO DE ERVILHA .....	24
FIGURA 5 - ALMÔNDEGA VEGETAL ASSADA .....	26

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - FORMULAÇÃO DA ALMÔNDEGA VEGETAL .....	17
TABELA 2 - FORMULAÇÃO DA ALMÔNDEGA DE CARNE BOVINA.....	18
TABELA 3 - TEOR DE PROTEÍNA NO CONCENTRADO PROTEICO DE ERVILHA (CPE) E NA FARINHA DE ERVILHA (FE) .....	22
TABELA 4 - LISTA DOS 20 RESÍDUOS DE AMINOÁCIDOS MAIS COMUNS	24
TABELA 5 - AMINOÁCIDOS ENCONTRADOS NA AMOSTRA DE CONCENTRADO PROTEICO DE ERVILHA .....	25
TABELA 6 - COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA ALMÔNDEGA VEGETAL ASSADA EM COMPARAÇÃO COM A BOVINA EM BASE ÚMIDA .....	27
TABELA 7 - COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA ALMÔNDEGA VEGETAL ASSADA EM COMPARAÇÃO COM A BOVINA EM BASE SECA.....	30
TABELA 8 - RESULTADOS DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS PARA A ALMÔNDEGA VEGETAL .....	30

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	15
2.1 AMOSTRAS .....	15
2.2 MOAGEM.....	15
2.3 CONCENTRADO PROTEICO .....	15
2.4 PERFIL DE AMINOÁCIDOS .....	16
2.4.1 Preparo das amostras .....	16
2.4.2 Análise de perfil de aminoácidos .....	16
2.5 FORMULAÇÃO DA ALMÔNDEGA .....	17
2.6 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL .....	19
2.6.1 Umidade .....	19
2.6.2 Cinzas .....	19
2.6.3 Lipídios .....	19
2.6.4 Proteínas .....	19
2.6.5 Carboidratos totais .....	20
2.7 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	20
2.7.1 <i>Escherichia coli</i> .....	20
2.7.2 Estafilococos coagulase positiva .....	20
2.7.3 <i>Aeróbios mesófilos</i> .....	21
2.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	21
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	22
3.1 CONCENTRADO PROTEICO .....	22
3.1.1 Características físicas .....	22
3.1.2 Teor de proteína .....	22
3.1.3 Perfil de aminoácidos .....	23
3.2 ALMÔNDEGA .....	26
3.2.1 Composição centesimal .....	27
3.2.3 Análises microbiológicas .....	30
<b>4 CONCLUSÃO</b> .....	32
<b>5 REFERÊNCIAS</b> .....	33

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a demanda por alternativas alimentares à base de plantas, em substituição aos produtos cárneos, tem crescido exponencialmente, impulsionada por fatores como a preocupação com a saúde, o bem-estar animal e a sustentabilidade ambiental, onde é possível destacar a queima de áreas para cultivo de pastos e a elevada produção de metano pelo gado, que afeta a produção de gases do efeito estufa, principal responsável pelo aumento da temperatura do planeta (Kumar, et al., 2022; Magalhães; Oliveira, 2019).

Segundo pesquisa de 2018, do Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística (IBOPE), cerca de 30 milhões de brasileiros (14%) se consideram vegetarianos. Essa estatística corresponde a um crescimento de 75% em relação à mesma pesquisa em 2012, além de um estudo realizado pela Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP), em 2020, evidenciar que a busca por alimentos mais saudáveis se tornará cada vez mais relevante nos próximos 10 anos. Com isso, as proteínas vegetais têm se destacado como ingredientes-chave na formulação de novos produtos alimentícios que visam atender a essa demanda (Shanthakumar, 2022).

Entre as diversas fontes de proteínas vegetais, a ervilha (*Pisum sativum* L.) tem ganhado notoriedade por suas características nutricionais, funcionais e por seu potencial de substituição das proteínas de origem animal em diversos produtos processados (Barac et al., 2010). Sua produção global é de 14,2 milhões de toneladas de sementes secas e 20,8 milhões de toneladas de sementes frescas (FAO, 2022). No Brasil, a produção de ervilha é de 3.720 toneladas, sendo Minas Gerais o maior estado produtor (IBGE, 2022).

A ervilha é classificada como uma leguminosa não oleaginosa, rica em proteínas (20 a 25%), minerais, principalmente magnésio e cálcio, carboidratos (24 a 49%), fibras insolúveis (10 a 15%), fibras solúveis (2 a 9%), vitaminas B3, B6 e E e baixa em gordura (1,5 a 2%) (Canniatti-brazaca, 2006; Naia, 2015; Shanthakumar, 2022). Devido a isso, é considerada uma excelente fonte alimentícia, destacando-se pelo elevado teor de proteína e baixo teor de gordura.

De acordo com Naia (2015), a ervilha oferece diversos benefícios à saúde humana. Seu teor de fibras solúveis ajuda a regular os níveis de colesterol no sangue, enquanto a presença de cálcio e vitamina K contribui para a absorção

dos nutrientes, prevenindo problemas como a má formação óssea, osteoporose e doenças cardiovasculares. Além disso, por ser rica em potássio, auxilia no controle da hipertensão, e seus folatos, vitaminas do complexo B e minerais promovem o bom funcionamento do sistema nervoso. Ge (2020) concorda que a ingestão regular de ervilha ajuda a reduzir o risco de doenças cardiovasculares e diabetes, acrescentando que pode também ter efeitos protetores contra vários tipos de câncer, como o de mama, renal e de cólon.

Como alternativa para o consumo, o desenvolvimento e a aplicação de proteínas vegetais têm atraído cada vez mais interesse científico e industrial (Ge, 2020). Assim, os concentrados proteicos surgem como uma alternativa promissora, sendo cada vez mais utilizados na formulação de análogos cárneos, bebidas e suplementos, permitindo a criação de produtos inovadores que atendem as necessidades nutricionais e as preferências de consumidores preocupados com a sustentabilidade e o bem-estar animal.

Os concentrados proteicos apresentam diversas propriedades tecnológicas, como dispersibilidade, capacidade emulsificante, ação estabilizante de emulsões e capacidade de gelificação. Essas características permitem seu uso como adjuvantes na formulação e estabilização de uma ampla gama de alimentos, como embutidos cárneos, hambúrgueres, farinhas e molhos prontos (Moure et al., 2006).

Industrialmente, os concentrados proteicos são produzidos a partir do farelo desengordurado, que contém cerca de 50% de proteína, por meio de um processo de extração fracionada. Nesse processo, ocorre a remoção de açúcares solúveis, cinzas e outros componentes menores. A proteína é insolubilizada, enquanto os componentes solúveis são removidos por lixiviação, resultando em produtos com elevado teor de proteína (Damodaran, Parkin, 2019).

Segundo a RDC n° 268, de 22 de setembro de 2005, produtos proteicos de origem vegetal são definidos como os alimentos obtidos a partir de partes proteicas de espécies vegetais, podendo ser apresentados em grânulo, pó, líquido ou outras formas. Porém, é estabelecido teores mínimos de proteína (N x 6,25) somente para concentrado de soja (68%) e para isolado de soja (88%). Para outros produtos proteicos, o teor mínimo de proteína deve ser de 40% (Brasil, 2005).

As proteínas animais são consideradas proteínas completas, contendo todos os aminoácidos essenciais. Em contrapartida, as proteínas vegetais são consideradas incompletas, possuindo menor quantidade de aminoácidos que os humanos precisam para um crescimento adequado. No entanto, Kumar (2022) propõe que em alguns casos excepcionais, as proteínas vegetais, incluindo a ervilha, podem conter todos os nove aminoácidos essenciais.

Seguindo a tendência, o mercado tem se voltado cada vez mais para o processamento de proteínas vegetais em produtos semelhantes à carne, também conhecidos como análogos da carne (Kyriakopoulou, Dekker, Van Der Goot, 2019). As definições dos análogos cárneos são conhecidas como carne sustentável, carne vegetal, carne alternativa, carne análoga, carne falsa ou carne vegetariana. Estes são feitos de proteínas não animais e imitando a aparência, o sabor e a textura da carne animal (Mistry et al., 2020).

Como alternativa no mercado de produtos análogos cárneos, a almôndega destaca-se como uma opção versátil e saborosa. Segundo a Instrução Normativa nº 20, de 31 de julho de 2000, “Entende-se por almôndega o produto cárneo industrializado, obtido a partir da carne moída de uma ou mais espécies de animais de açougue, moldado na forma arredondada, adicionado de ingredientes e submetido ao processo tecnológico adequado”. Sua versatilidade se reflete nas inúmeras formas de preparo, como frita, assada, cozida ou grelhada, além de poder ser combinada com diferentes molhos e temperos.

Sendo assim, este estudo teve como objetivo obter um concentrado proteico de ervilha (*Pisum sativum* L.), bem como aplicá-lo no desenvolvimento de uma almôndega vegetal, caracterizando-os e avaliando seus parâmetros físico-químicos e microbiológicos.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 AMOSTRAS

A amostra de ervilha seca em grão foi adquirida em uma loja de produtos naturais, localizada na cidade de Londrina – Paraná, e submetida a armazenamento em temperatura ambiente.

A proteína texturizada de soja, a manteiga de coco, a farinha de rosca e a carne bovina foram adquiridas em um supermercado, localizado na cidade de Jandaia do Sul – Paraná, e armazenadas sob refrigeração.

Os condimentos foram adquiridos em uma loja de produtos naturais da cidade de Jandaia do Sul e armazenados em temperatura ambiente.

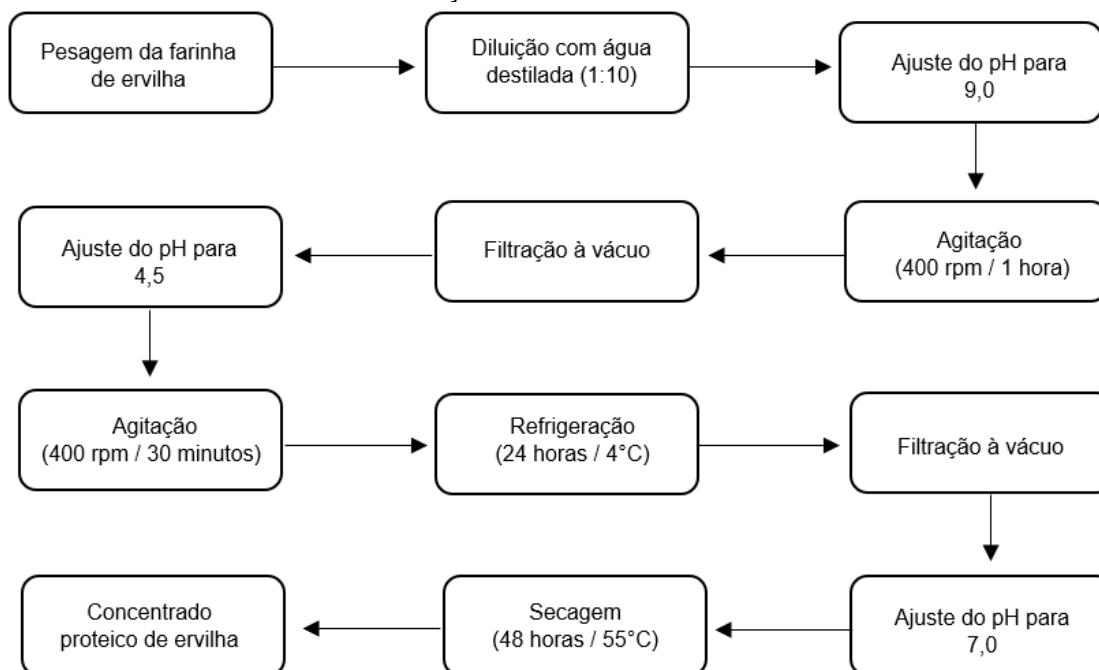
### 2.2 MOAGEM

A ervilha foi triturada em um moinho de facas (LUCA-226/2) obtendo-se uma farinha, a qual foi padronizada utilizando peneira com mesh de 200 (75  $\mu$ m), acondicionada em embalagem de polietileno de baixa densidade, selada à vácuo (GSVAC 420) e armazenada sob abrigo de luz e umidade.

### 2.3 CONCENTRADO PROTEICO

O concentrado proteico foi obtido de acordo com a metodologia de Mariod (2010), com modificações. A farinha obtida anteriormente foi pesada e suspensa em água destilada na proporção 1:10. O pH da amostra foi ajustado para 9,0 com solução de NaOH (1 M), com auxílio de um agitador magnético (SL-95), e levada ao shaker (LUCA-223) a 400 rpm por 1 hora. O sobrenadante foi separado sob filtração à vácuo (PRISMATEC 132) utilizando algodão como meio filtrante e o pH foi ajustado para 4,5 com HCl (1 M). A amostra foi levada novamente ao agitador shaker a 400 rpm por mais 30 minutos. O sobrenadante foi deixado em repouso durante 24 horas em refrigeração (4°C). Em seguida, foi novamente filtrado para a obtenção da pasta proteica a qual foi ressuspensa com água destilada e seu pH ajustado para 7,0. A nova suspensão foi seca em estufa (LUCA 82/480) a 55 °C até massa constante (aproximadamente 48 horas) e seu rendimento foi calculado através dos pesos iniciais da farinha de ervilha e do concentrado proteico seco. O processo está exibido na FIGURA 1.

FIGURA 1 - PROCESSO DE PRODUÇÃO DO CONCENTRADO PROTEICO DE ERVILHA



FONTE: A autora (2024).

## 2.4 PERFIL DE AMINOÁCIDOS

### 2.4.1 Preparo das amostras

As amostras analisadas foram do grão da ervilha (na forma de farinha) e do concentrado proteico de ervilha. O preparo foi realizado pesando 0,1 g das amostras e dissolvendo-as em 1 mL de solução de bicarbonato de amônio 50 mM em água. A mistura foi agitada por 40 segundos no vórtex (NA-3600) e, em seguida, centrifugada por 15 minutos, sendo o sobrenadante coletado. Para a diluição, foram utilizados 100 µL do sobrenadante, misturados com 900 µL da fase móvel, agitados em vórtex por 1 minuto e centrifugados a 4.000 rpm por 10 minutos. Posteriormente, a solução foi mantida a -20 °C por 1 hora. Na segunda etapa de diluição, 100 µL do novo sobrenadante foram diluídos em 900 µL da fase móvel. Por último, a solução foi filtrada em membrana 0,22 µm (Poliseli et al., 2021).

### 2.4.2 Análise de perfil de aminoácidos

As amostras diluídas foram injetadas diretamente no sistema de cromatografia líquida de ultra eficiência (UPLC), acoplado no espectrômetro de

massas triplo-quadrupolar (Waters®), sendo a análise realizada em triplicata pelo próprio equipamento. A técnica utilizada para identificar aminoácidos na amostra baseia-se na perda neutra (NL), que detecta as moléculas pelo rastreamento da perda neutra seletiva. Esse processo, que ocorre no sistema UPLC, combina uma fase estacionária, localizada em uma coluna de aço inoxidável, com uma fase móvel líquida (WHO, 2016). A fase móvel é submetida a altas pressões e fluxo controlado, o que, em conjunto com as micropartículas presentes na fase estacionária, aumenta a eficiência na separação dos compostos. Durante o processo, os compostos eluídos da coluna passam por um detector sensível, capaz de identificar alterações na concentração das substâncias de interesse, permitindo sua identificação. A leitura dos analitos foi realizada na faixa de massa  $m/z$  50-210 e convertida em cromatogramas por meio de um sistema acoplado a um computador (Guimarães, 1997). A quantificação é realizada comparando-se as áreas dos picos e os tempos de retenção dos analitos (Waters, 2017).

## 2.5 FORMULAÇÃO DA ALMÔNDEGA

A formulação da almôndega vegetal pode ser observada na TABELA 1. Esta formulação foi desenvolvida a partir da observação dos ingredientes utilizados em almôndegas veganas industrializadas de diferentes marcas e com base em ensaios preliminares, até alcançar o resultado esperado.

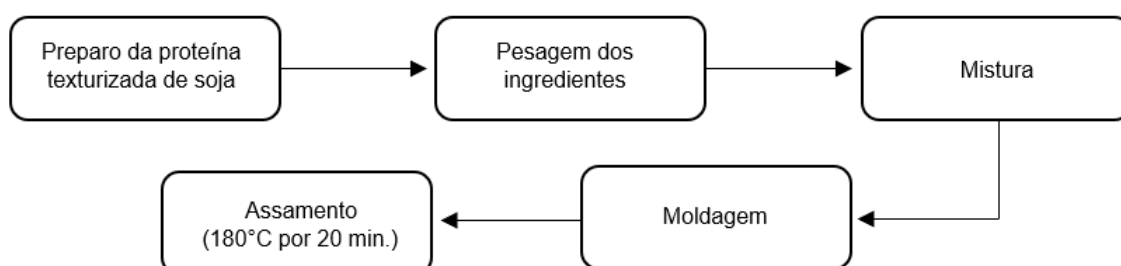
TABELA 1 - FORMULAÇÃO DA ALMÔNDEGA VEGETAL.

<b>Ingredientes</b>	<b>Quantidade (g)</b>	<b>Quantidade (%)</b>
Água	125	50,0
Concentrado proteico de ervilha	40	16,0
Proteína texturizada de soja	26	10,4
Farinha de rosca	25	10,0
Fécula de mandioca	10	4,0
Manteiga de coco	10	4,0
Sal	6	2,4
Mirtilo em pó	3	1,2
Beterraba em pó	1	0,4
Cebola em pó	1	0,4
Alho em pó	1	0,4
Fumaça em pó	1	0,4
Páprica picante	1	0,4
<b>TOTAL</b>	<b>250</b>	<b>100</b>

FONTE: A autora (2024).

O processo produtivo iniciou com a hidratação da proteína texturizada de soja (PTS), com 2 partes de água para 1 parte de PTS, conforme indicado na embalagem. Em seguida, os ingredientes foram pesados em balança semi-analítica (ATX224) e misturados manualmente até que se obtivesse uma massa homogênea. A massa obtida foi moldada no formato de almôndega e levada ao forno (Prática Technipan/71133) a 180 °C por 20 minutos. Esse processo pode ser observado na FIGURA 2.

FIGURA 2 - PROCESSO PRODUTIVO DA ALMÔNDEGA



Fonte: A autora (2024).

Com finalidade comparativa, realizou-se o preparo de uma almôndega de carne bovina, tendo sua formulação expressa na TABELA 2.

TABELA 2 - FORMULAÇÃO DA ALMÔNDEGA DE CARNE BOVINA

<b>Ingredientes</b>	<b>Quantidade (g)</b>	<b>Quantidade (%)</b>
Água	20	16,7
Carne bovina magra	40	33,4
Proteína texturizada de soja	4,8	4,0
Farinha de rosca	25	20,9
Fécula de mandioca	10	8,4
Manteiga	10	8,4
Sal	6	5,0
Cebola em pó	1	0,8
Alho em pó	1	0,8
Fumaça em pó	1	0,8
Páprica picante	1	0,8
<b>TOTAL</b>	<b>119,8</b>	<b>100</b>

FONTE: A autora (2024).

Esta formulação foi desenvolvida substituindo a quantidade do concentrado proteico de ervilha por carne bovina de patinho moída e a manteiga de coco por manteiga comum. A quantidade de água foi reduzida para a obtenção de uma massa homogênea e a proteína texturizada de soja foi reduzida

conforme é estabelecido pela IN n° 20, de 31 de julho de 2000, o qual permite 4% como limite máximo de proteína não cárnea na forma agregada em almôndegas bovinas.

## 2.6 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL

As análises para determinar a composição centesimal da almôndega vegetal e bovina foram realizadas em triplicata.

### 2.6.1 Umidade

O teor de umidade foi determinado pesando-se aproximadamente 3 gramas de amostra em cadinhos de porcelana previamente tarados, os quais foram dispostos em estufa de secagem sem circulação de ar a 105 °C, até massa constante (IAL, 2008).

### 2.6.2 Cinzas

O teor de cinzas totais foi determinado pela pesagem de aproximadamente 3 gramas de amostras em cadinhos de porcelana previamente tarados. As amostras foram carbonizadas e, em seguida, incineradas em mufla (LUCA-2000F/DI) a 550 °C por aproximadamente 4 horas (IAL, 2008).

### 2.6.3 Lipídios

As amostras utilizadas para a determinação do teor de lipídios foram as resultantes da análise de umidade. Estas foram transferidas para cartucho de papel filtro, sendo fechado com um chumaço de algodão. Em seguida, foi transferido 100 mL de éter etílico para os reboilers e colocados, juntamente com os cartuchos, a 80 °C por 1 hora e 30 minutos no extrator Goldfish (LUCA-202/8). Após, os cartuchos foram levantados e a temperatura aumentada para 100 °C por 30 minutos. O solvente foi recuperado e os reboilers levados à estufa a 105°C para completa evaporação do mesmo. Por fim, o teor de lipídeos foi determinado por gravimetria (AOAC, 2005).

### 2.6.4 Proteínas

A determinação do teor de proteínas totais foi realizada segundo o método de Kjeldahl, seguido das etapas: digestão, destilação e titulação, tendo como fator de conversão 6,25, de acordo com AOAC (2005). Para o processo de digestão, foi pesado aproximadamente 0,25 gramas de amostra e adicionada juntamente com 2,5 gramas de mistura catalisadora e 7 mL de ácido sulfúrico p.a. Em seguida, foram levados ao bloco digestor e mantidos a 350 °C até que o líquido se tornasse límpido. A destilação foi realizada em destilador (TE-0364) com hidróxido de sódio 50% e a titulação feita com ácido clorídrico 0,1 N até viragem do indicador.

#### 2.6.5 Carboidratos totais

O teor de carboidratos foi estimado por diferença, através da equação:

$$\% \text{ carboidratos} = 100 - (\% \text{ proteína} + \% \text{ cinzas} + \% \text{ umidade} + \% \text{ lipídios})$$

### 2.7 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

As análises microbiológicas descritas a seguir foram realizadas seguindo as recomendações do Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água (Silva et al., 2018).

#### 2.7.1 *Escherichia coli*

A análise de *E. coli* foi realizada pelo método de incorporação em placa (*pour plate*) com Ágar MacConkey e incubação a 35 °C por 24 horas. Após, foi realizada a contagem de colônias típicas (cor-de-rosa a vermelhas com dimensão média a grande) e os resultados expressos em UFC/g.

#### 2.7.2 Estafilococos coagulase positiva

A contagem de Estafilococos coagulase positiva foi feita por meio da técnica de plaqueamento em superfície com o meio de cultivo Ágar Baird Parker suplementado com emulsão telurito gema de ovo. Após incubação a 35 °C por 48 horas, foi realizada a contagem de colônias típicas (negras e com um halo reluzente) e os resultados expressos em UFC/g.

### 2.7.3 Aeróbios mesófilos

A contagem total de *aeróbios mesófilos* foi realizada por meio da técnica de incorporação em placa (*pour plate*) com o meio de cultivo Ágar Padrão para Contagem (PCA). Após a incubação a 35 °C por 48 horas, foi feita a contagem das colônias e os resultados expressos em UFC/g.

## 2.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística dos resultados de proteína, cinzas, umidade, lipídios e carboidratos das almôndegas vegetal e bovina foi realizada por meio de análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ), utilizando o programa Statistica7®. Os resultados foram apresentados como média e desvio padrão de três repetições.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

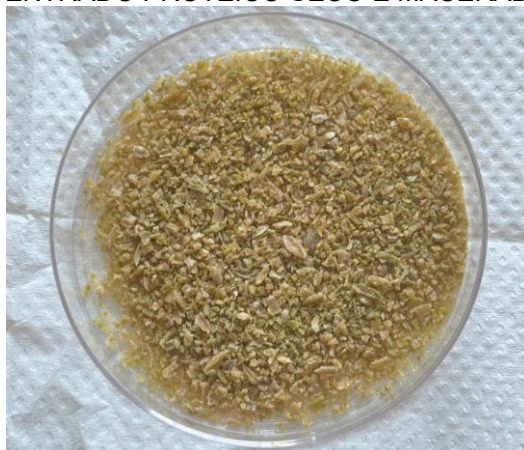
#### 3.1 CONCENTRADO PROTEICO

##### 3.1.1 Características físicas

A FIGURA 3 exibe o concentrado proteico após a secagem e maceração em almofariz. Apresentou coloração verde amarelado e textura granulada, com ausência de odor, o que pode ser vantajoso em formulações alimentícias.

Seu rendimento foi de 12,30%, uma vez que se realizou a remoção de grande parte dos componentes presentes na matéria-prima, evidenciando somente a proteína.

FIGURA 3 - CONCENTRADO PROTEICO SECO E MACERADO EM ALMOFARIZ



FONTE: A autora (2024).

##### 3.1.2 Teor de proteína

O teor de proteína do concentrado proteico de ervilha (CPE) e da farinha de ervilha (FE) estão expressos na TABELA 3.

TABELA 3 - TEOR DE PROTEÍNA NO CONCENTRADO PROTEICO DE ERVILHA (CPE) E NA FARINHA DE ERVILHA (FE)

<b>Amostra</b>	<b>Proteína (g 100g<sup>-1</sup>)</b>
<b>CPE</b>	71 ± 1,50
<b>FE</b>	21,61 ± 0,25

FONTE: A autora (2024).

O concentrado proteico de ervilha apresentou um teor de proteína 228,6% maior do que a farinha de ervilha, demonstrando eficácia na metodologia aplicada para o concentrado proteico. Afirmando este resultado, segundo a

Embrapa (2024), as pulses, sementes comestíveis de plantas da família das leguminosas, possuem naturalmente um teor de proteínas que varia entre 20 e 30 g 100 g<sup>-1</sup>, e quando apresentadas em forma de concentrado proteico, o teor vai para 70 a 80 g 100 g<sup>-1</sup>.

O concentrado proteico de ervilha apresentou um teor de proteína de 71 ± 1,5 g 100 g<sup>-1</sup>. Embora não exista uma legislação específica que estabeleça padrões para concentrados de ervilha, a RDC n° 268, de 2005, define que o concentrado proteico de soja deve conter no mínimo 68 g de proteína 100 g<sup>-1</sup>, sendo utilizado como parâmetro de comparação. Sendo assim, é possível afirmar que o concentrado proteico de ervilha analisado supera esse limite, o que reforça sua viabilidade como uma excelente alternativa proteica.

Moure (2006) afirma que concentrados proteicos vegetais, obtidos a partir de processamento em meio ácido, resultam em teores proteicos com uma faixa de 48 – 70 g 100 g<sup>-1</sup>. Já Gao et al. (2020) encontraram a faixa de 62,6 – 80 g 100 g<sup>-1</sup> de proteína para concentrado de ervilha.

O teor de proteína obtido por Mariod (2010) para concentrado proteico de sementes de hibisco foi de 74,4 g 100 g<sup>-1</sup>, empregando a metodologia utilizada como referência no presente trabalho. Esse resultado indica que a técnica empregada para a produção do concentrado proteico foi conduzida corretamente, em conformidade com os parâmetros estabelecidos pelo autor. Embora o presente estudo tenha alcançado um teor de 71 g 100 g<sup>-1</sup> de proteína, essa pequena variação é esperada, dada a diferença nas matérias-primas utilizadas e as pequenas adaptações no processo, como a substituição de centrifugação por agitação em shaker.

Analisando a literatura citada, observa-se que o concentrado proteico de ervilha obtido neste trabalho está dentro dos padrões esperados para produtos similares.

### 3.1.3 Perfil de aminoácidos

Os compostos foram detectados na forma de moléculas protonadas [M+H]<sup>+</sup> e correlacionados com os aminoácidos com auxílio da TABELA 4.

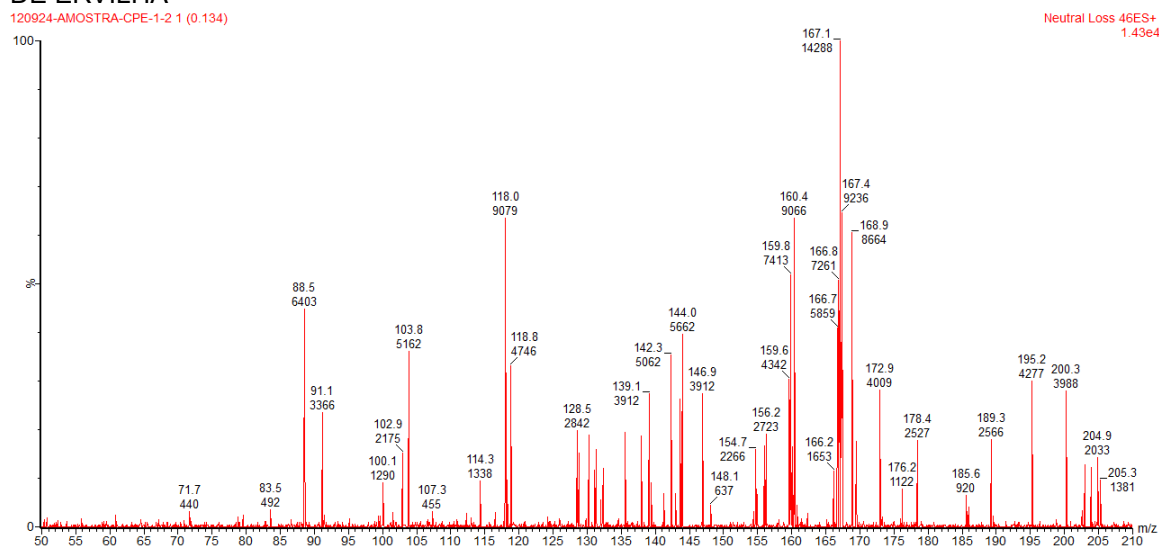
TABELA 4 - LISTA DOS 20 RESÍDUOS DE AMINOÁCIDOS MAIS COMUNS

Aminoácido			[M+H] <sup>+</sup>	Massa média	Massa monoisotópica	Íon imônio	Íon relacionados
Glicina	Gly	G	76	57,052	57,02146	30	
Alanina	Ala	A	90	71,079	71,03711	44	
Serina	Ser	S	106	87,078	87,03203	60	
Prolina	Pro	P	116	97,117	97,05276	70	
Valina	Val	V	118	99,133	99,06841	72	
Treonina	Thr	T	120	101,105	101,04768	74	
Cisteína	Cys	C	122	103,145	103,00919	76	
Leucina	Leu	L	132	113,160	113,08406	86	72
Isoleucina	Ile	I	132	113,160	113,08406	86	72
Asparagina	Asn	N	133	114,104	114,04293	87	70
Ácido aspártico	Asp	D	134	115,089	115,02694	88	
Glutamina	Gln	Q	147	128,131	128,05858	101	84, 129
Lisina	Lys	K	147	128,174	128,09496	101	70, 84, 112, 129
Ácido glutâmico	Glu	E	148	129,116	129,04259	102	
Metionina	Met	M	150	131,199	131,04048	104	61
Histidina	His	H	156	137,141	137,05891	110	82, 121, 123, 138, 166
Fenilalanina	Phe	F	166	147,177	147,06841	120	91
Arginina	Arg	R	175	156,188	156,10111	129	59, 70, 73, 87, 100, 112
Tirosina	Tyr	Y	182	163,176	163,06333	136	91, 107
Triptofano	Trp	W	205	186,213	186,07931	159	117, 130, 170, 171

FONTE: Adaptado de Falick, 1993. Essenciais: Val, Thr, Leu, Ile, Lys, Met, His, Phe e Trp (Vidal et al., 2010).

A FIGURA 4 exibe o gráfico de varredura para a amostra de concentrado proteico de ervilha.

FIGURA 4 - GRÁFICO DE VARREDURA DE AMINOÁCIDOS DO CONCENTRADO PROTEICO DE ERVILHA



Comparando a FIGURA 4 com a TABELA 3, os aminoácidos encontrados para o concentrado proteico de ervilha estão apresentados na TABELA 5.

TABELA 5 - AMINOÁCIDOS ENCONTRADOS NA AMOSTRA DE CONCENTRADO PROTEICO DE ERVILHA

<b>Concentrado proteico de ervilha</b>	
<b>Aminoácidos</b>	Alanina
	Prolina
	Valina*
	Treonina*
	Leucina*
	Isoleucina*
	Ácido glutâmico
	Metionina*
	Histidina*
	Fenilalanina*
	Triptofano*
	Tirosina

\*Corresponde a aminoácidos essenciais

Segundo Rogero (2008), em seres humanos saudáveis, nove aminoácidos são classificados como essenciais, pois não podem ser produzidos pelo organismo e, por isso, precisam ser obtidos através da alimentação.

De acordo com Millar et al. (2019), a proteína das ervilhas possui alta qualidade, pois é uma fonte relevante de aminoácidos essenciais, principalmente histidina, lisina, fenilalanina e treonina.

Encontrou-se, para concentrado proteico de ervilha, oito dos nove aminoácidos essenciais (valina, treonina, leucina, isoleucina, metionina, histidina, fenilalanina e triptofano), sendo a lisina o aminoácido faltante, além da presença de quatro não essenciais (alanina, prolina, ácido glutâmico e tirosina).

Ao comparar os aminoácidos do concentrado proteico de ervilha com os requisitos estabelecidos pelo padrão de proteínas da FAO/OMS (2007) para adultos, que incluem histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, cisteína, fenilalanina, tirosina, treonina, triptofano e valina, observou-se que o concentrado apresenta alta qualidade biológica, mesmo que a lisina e a cisteína não tenham sido encontradas.

A ausência de lisina é contrastada com os resultados de Gomes (2018), Leterme (1990) e Domene (1990) que identificaram esse aminoácido como o mais abundante na proteína de ervilha. Em contrapartida, Gomes (2018) mostrou

a ausência do triptofano em seu estudo. Essa discrepância pode ser atribuída a diferenças nos métodos de processamento, condições de extração ou origem da matéria-prima utilizada no estudo.

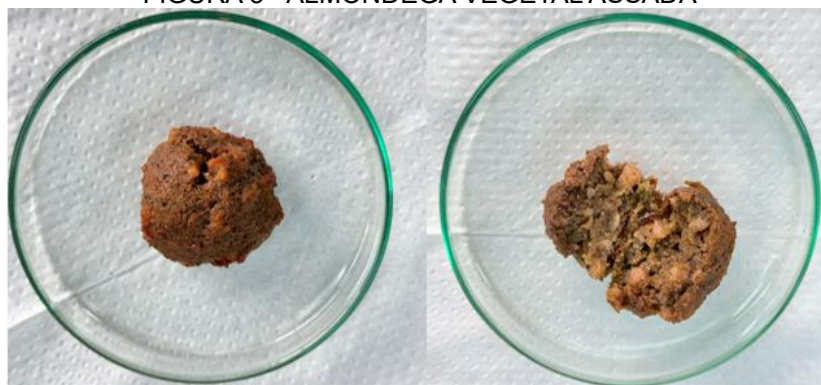
Para compensar a ausência de lisina, a formulação da almôndega à base do concentrado proteico de ervilha foi complementada com proteína de soja, uma fonte reconhecidamente rica nesse aminoácido (Benedetti, 2010). A combinação de proteínas vegetais em análogos cárneos, como ervilha e soja, é uma estratégia amplamente utilizada para alcançar um perfil de aminoácidos mais completo e atender às necessidades nutricionais humanas.

Embora os aminoácidos não essenciais identificados (alanina, prolina, ácido glutâmico e tirosina) sejam indispensáveis na dieta, eles possuem funções importantes no metabolismo, como a manutenção da saúde celular e a síntese de compostos bioativos (Wu, 2010). Dessa forma, o concentrado proteico de ervilha contribui não apenas com aminoácidos essenciais, mas também com não essenciais que enriquecem o valor nutricional do produto e proporciona uma alta qualidade biológica.

### 3.2 ALMÔNDEGA

A almôndega vegetal apresentou uma coloração característica e atraente, crocância agradável na superfície e maciez interna, proporcionando uma textura equilibrada. Além disso, o sabor foi próximo da referência, com notas agradáveis que remetem aos temperos e ingredientes utilizados. A FIGURA 5 exibe o produto final, inteiro e cortado ao meio, após ser submetido ao processo de assamento.

FIGURA 5 - ALMÔNDEGA VEGETAL ASSADA



FONTE: A autora (2024).

De acordo com Dekkers et al. (2018), simular as características sensoriais da carne, especialmente no que se refere à construção de tecido muscular, é um grande desafio. Embora os processos de produção de análogos de carne contribuam significativamente para a simulação de textura, ainda existem diferenças naturais entre materiais musculares e vegetais que dificultam essa reprodução, porém, o resultado foi satisfatório em comparação com outros produtos comerciais análogos cárneos.

### 3.2.1 Composição centesimal

A TABELA 6 exibe os valores médios para a composição centesimal da almôndega vegetal e da almôndega bovina, ambas assadas, em base úmida.

TABELA 6 - COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA ALMÔNDEGA VEGETAL ASSADA EM COMPARAÇÃO COM A BOVINA EM BASE ÚMIDA

<b>Análise</b>	<b>Almôndega vegetal (g 100 g<sup>-1</sup>)</b>	<b>Almôndega bovina (g 100 g<sup>-1</sup>)</b>
Proteína	18,45 <sup>a</sup> ± 0,11	16,16 <sup>b</sup> ± 0,13
Cinzas	4,11 <sup>a</sup> ± 0,08	2,05 <sup>b</sup> ± 0,12
Umidade	51,24 <sup>a</sup> ± 0,50	38,03 <sup>b</sup> ± 0,33
Lipídios	14,66 <sup>a</sup> ± 0,26	15,56 <sup>a</sup> ± 0,54
Carboidratos	11,54 <sup>b</sup> ± 0,81	28,20 <sup>a</sup> ± 0,72

Médias com letras iguais na mesma linha não apresentam diferenças significativas entre si, de acordo com o teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

A almôndega vegetal, apresentando um teor proteico de 18,45 g 100 g<sup>-1</sup>, se sobressaiu em relação à almôndega bovina (16,16 g 100 g<sup>-1</sup>), demonstrando o potencial da alternativa vegetal quanto à quantidade de proteína no análogo cárneo. O teor de proteína da almôndega se apresentou em conformidade ao descrito na Instrução Normativa n° 20 de 31 de julho de 2000 (Brasil, 2000), o qual estabelece um mínimo de 12 g 100 g<sup>-1</sup>.

Comparando com uma almôndega bovina industrializada e frita (18,20 g 100 g<sup>-1</sup>), encontrada na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (2024), o teor de proteína da almôndega vegetal mostra-se bem próximo. Outras almôndegas industrializadas comerciais apresentam teores proteicos inferiores, variando de 13,75 a 15 g 100 g<sup>-1</sup> em diferentes marcas, conforme informado na tabela nutricional.

Além disso, o estudo de Weenuatranon et al. (2023) mostrou um valor de  $10,79 \pm 0,03 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$  para almôndega feita com proteína isolada de ervilha, enquanto Schutz et al. (2023) encontraram um teor de proteína de  $9,30 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$  para hambúrguer elaborado à base de ervilha, ambos inferiores ao teor de proteína obtido neste trabalho. Esse resultado se mostra relevante principalmente para consumidores que buscam fontes proteicas sustentáveis e saudáveis, sem sacrificar a qualidade nutricional, visto que a elaboração de produtos alternativos de origem cem por cento vegetal com alto valor proteico tem excelente adesão por este público (Nascimento et al., 2020).

Em relação ao teor de cinzas, a almôndega vegetal ( $4,11 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ ) se mostrou superior à bovina ( $2,05 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ ). Essa diferença pode ser explicada e relacionada pela maior quantidade de cinzas presente da ervilha em grão, sendo  $3,83 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$  (Carvalho, 2007), em comparação com a carne bovina, que possui  $1,0 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$  (Torre, 2005). O teor de cinzas em um alimento está diretamente relacionado ao seu conteúdo mineral, implicando no valor nutricional do produto, pois indica a presença de minerais essenciais, como ferro, sódio, magnésio, cálcio, potássio, zinco, entre outros (Nascimento, 2010).

Lima (2008) encontrou um teor de cinzas de  $2,89 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$  para hambúrguer vegetal, à base de caju. Já Segundo (2020), cerca de  $2,56 \pm 0,02, \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$  para um hambúrguer vegano à base de jaca. Estes análogos cárneos desenvolvidos em outros estudos apresentaram-se, portanto, menos ricos em minerais do que a almôndega vegetal.

Em relação à umidade, o teor na almôndega vegetal ( $51,24 \pm 0,50 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ ) foi superior ao da almôndega bovina ( $38,03 \pm 0,33 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ ). Esta diferença pode estar relacionada à quantidade de água adicionada na formulação da almôndega vegetal para hidratar os ingredientes em pó, bem como a uma maior capacidade de retenção de água.

A proteína texturizada de soja possui uma alta capacidade de absorção de água, chegando a 213% (Racki, 2022), o que contribui significativamente para o aumento da umidade do produto final. Como a PTS foi utilizada em maior quantidade na formulação da almôndega vegetal, essa característica influenciou diretamente no teor de umidade do produto.

Outros estudos, como o de Schutz et al. (2023), registraram valores de umidade de  $64,93 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$  para hambúrguer à base de ervilha, enquanto

Segundo (2020) relatou  $57,23 \pm 0,19 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$  para hambúrguer à base de jaca, sugerindo que o teor de umidade da almôndega vegetal deste estudo está próximo dos encontrados em outros produtos vegetais.

Em relação aos lipídios, a almôndega vegetal ( $14,66 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ ) apresentou teor equivalente à bovina ( $15,56 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ ). Embora os valores sejam equivalentes, a qualidade da gordura utilizada na formulação da almôndega vegetal é superior do ponto de vista nutricional, uma vez que as gorduras vegetais são ricas em ácidos graxos insaturados, que ajudam a reduzir o colesterol LDL e aumentar o HDL (Andrade et al., 2020). Correa et al. (2024) citaram que há uma média de 18,2% de ácidos graxos saturados em gorduras vegetais e 58,25% em gorduras animais. Além disso, Merçon (2010) apontou que dietas com menos ácidos graxos saturados resultam em uma redução significativa nos níveis de colesterol no sangue, reforçando os benefícios da gordura vegetal presente na almôndega deste estudo.

Segundo (2020) verificou um teor de lipídios de  $2,15 \pm 0,09 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$  em seu hambúrguer, uma vez que na formulação não há nenhuma fonte de gordura. Lima (2008), por sua vez, encontrou um valor de  $7,90 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$  para hambúrguer vegetal à base de caju. Mesmo estando acima dos valores encontrados na literatura, a almôndega vegetal está em conformidade com o valor máximo de gordura permitido pela Instrução Normativa nº 20 de 31 de julho de 2000 que é de  $18 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$  (Brasil, 2000).

É importante destacar que a gordura desempenha um papel fundamental no aspecto sensorial do alimento, atuando como veículo de compostos responsáveis por realçar o sabor e o aroma. Além disso, contribui para melhorar a textura, proporcionando uma experiência mais agradável ao paladar e agregando qualidades importantes ao produto final, como umidade e maciez (Cella et al., 2002).

O valor de carboidratos totais da almôndega vegetal ( $11,54 \pm 0,81 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ ), obtido por diferença, foi menor que o da almôndega bovina ( $28,2 \pm 0,72 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ ). Ainda assim, Segundo (2020) encontrou um teor de  $33,99 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$  de carboidratos para o hambúrguer à base de jaca. De um modo geral, pode-se dizer que o teor de carboidratos aumenta com a diminuição dos teores de proteína, cinzas, umidade e lipídios.

Para fins de comparação sem a influência da umidade, na TABELA 7 são apresentados os resultados de composição das almôndegas em base seca.

TABELA 7 - COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA ALMÔNDEGA VEGETAL ASSADA EM COMPARAÇÃO COM A BOVINA EM BASE SECA

<b>Componente</b>	<b>Almôndega vegetal (g 100 g<sup>-1</sup>)</b>	<b>Almôndega bovina (g 100 g<sup>-1</sup>)</b>
Proteína	37,84 <sup>a</sup> ± 0,62	26,09 <sup>b</sup> ± 0,28
Cinzas	8,51 <sup>a</sup> ± 0,25	3,29 <sup>b</sup> ± 0,22
Lipídios	30,05 <sup>a</sup> ± 0,71	25,11 <sup>b</sup> ± 0,92
Carboidratos	23,60 <sup>b</sup> ± 1,43	45,51 <sup>a</sup> ± 0,98

Médias com letras diferentes na mesma linha são significativamente diferentes entre si, de acordo com o teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Em base seca, as amostras apresentaram diferenças significativas, ao nível de 5%, em todas as análises. O teor de lipídios foi maior na almôndega vegetal, contrastando com os resultados em base úmida. O teor de carboidratos da almôndega vegetal permaneceu inferior à bovina, tendo em vista que os demais componentes apresentaram valores superiores. Destaca-se o teor de proteína que se mostrou 45,20% superior na almôndega vegetal em relação a almôndega bovina em base seca, enquanto, em base úmida, essa diferença foi de apenas 14,17%. Isto se deve ao fato de que em base seca verifica-se somente os componentes sólidos, facilitando a comparação de tais compostos.

### 3.2.3 Análises microbiológicas

A TABELA 8 apresenta os resultados das análises microbiológicas para a almôndega vegetal.

TABELA 8 - RESULTADOS DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS PARA A ALMÔNDEGA VEGETAL

	<b><i>E. coli</i> (UFC/g)</b>	<b>Estafilococos coagulase positiva (UFC/g)</b>	<b>Aeróbios mesófilos (UFC/g)</b>
<b>Almôndega Vegetal</b>	<10	9,5x10 <sup>1</sup>	3x10 <sup>3</sup>
<b>Limites máximos (IN N° 161, 2022)</b>	2x10 <sup>2</sup>	2x10 <sup>4</sup>	3x10 <sup>6</sup>

FONTE: A autora (2024).

Os resultados expressos na TABELA 8 podem ser comparados aos limites máximos estabelecidos pela Instrução Normativa n° 161 de 1 de julho de 2022, se enquadrando no grupo 6 (carne bovina, suína e outras) e na categoria b (carne moída, produtos cárneos crus moldados, temperados ou não, refrigerados ou congelados como hambúrgueres, almôndegas e quibes), uma vez que não há uma categoria para análogos cárneos vegetais.

Analisando os resultados e comparando-os com os limites máximos, pode-se afirmar que o produto desenvolvido está de acordo com a legislação e possui qualidade microbiológica adequada para consumo.

*Escherichia coli* são bactérias comumente encontradas no intestino de seres humanos e animais. Embora possam ser introduzidas em alimentos a partir de fontes não fecais, são consideradas o melhor indicador de contaminação de origem fecal conhecido até o momento (Kornacki; Johnson, 2001). Sua ausência torna-se de extrema importância, uma vez que algumas linhagens podem causar graves doenças, como colite hemorrágica (CVE, 2011).

*Staphylococcus aureus*, principal representante do grupo estafilococos coagulase positiva, é a terceira causa mais comum de intoxicação alimentar no mundo (Acco et al., 2003). Contagens elevadas de *S. aureus* nos alimentos resultam em alta concentração da toxina estafilocócica, responsável por intoxicação alimentar grave e outras doenças (Silva et al., 2018). De acordo com Jay et al. (2005), esses microrganismos estão presentes principalmente nas cavidades nasais, na garganta, na pele, e em feridas, estando também localizadas nas superfícies de contato, sendo assim transferidas para o alimento durante o preparo. O resultado encontrado de  $9,5 \times 10^1$  UFC/g revela que o alimento está seguro para consumo.

Aeróbios mesófilos são microrganismos amplamente distribuídos na natureza, e podem ser encontrados em utensílios, superfícies e equipamentos que não foram devidamente higienizados (Piragine, 2005). O valor encontrado para aeróbios mesófilos está condizente com o emprego de boas práticas no preparo, sanitização adequada de utensílios e superfícies, bem como o armazenamento correto da almôndega.

## 4 CONCLUSÃO

A partir do que foi exposto, conclui-se que o concentrado proteico de ervilha (*Pisum sativum* L.) é uma alternativa viável e sustentável às proteínas de origem animal, destacando-se por seu alto teor proteico e perfil nutricional satisfatório. Sua aplicação na formulação de almôndegas vegetais resultou em um produto com qualidade nutricional superior à versão bovina em parâmetros como teor de proteína e cinzas, além de demonstrar qualidade microbiológica adequada para consumo. Esses resultados reforçam o potencial do concentrado proteico de ervilha na elaboração de alimentos inovadores que atendem às demandas crescentes por produtos *plant-based*.

A continuidade de pesquisas nesse campo pode contribuir para o aprimoramento dos processos e ampliação das aplicações desse ingrediente em diversas formulações alimentícias.

## 5 REFERÊNCIAS

ACCO, M.; FERREIRA F. S.; HENRIQUES J. A. P. Identification of multiple strains of *Staphylococcus aureus* colonizing nasal mucosa of food handlers. **Food Microbiology**, Amsterdam, v. 20, n. 5, p. 489-493, 2003.

ANDRADE, M. H. S., GUIMARÃES, O. F.; SILVA R. L.; REIS T. S.; DAMIÃO, T. G. O.; GÓES, T. S. M. **Adaptação de duas receitas tradicionais com a inclusão de alimentos fonte de ácidos graxos monoinsaturados**, 2020. Trabalho de conclusão de curso (Curso Técnico em Nutrição e Dietética) – Etec Hortolândia, Hortolândia, 2020.

AOAC. **Official methods of analysis of the association of official Agriculture chemists. Official Methods of Analysis of AOAC Internacional**. 17<sup>a</sup> ed. Willbehington: AOAC, 2005.

BARAC M, CABRILO S, PESIC M, STANOJEVIC S, ZILIC S, MACEJ O, RISTIC N. **Profile and functional properties of seed proteins from six pea (*Pisum sativum*) genotypes**. Int J Mol Sci. 2010;11(12):4973-90. doi: 10.3390/ijms11124973. Epub 2010 Dec 3. PMID: 21614186; PMCID: PMC3100834.

BENEDETTI, S. **Efeito do Tratamento Térmico em Isoflavonas concentradas por nanofiltração**. 2010. Mestrado em Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, p. 1-106, 2010.

BRASIL, Agência Nacional da Vigilância Sanitária. RDC nº 268, de 22 de setembro de 2005. Disponível em: <[https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0268\\_22\\_09\\_2005.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0268_22_09_2005.html)>. Acesso em: 10 de setembro de 2024.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde. Instrução Normativa nº 20, de 31 de julho de 2000. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Almôndega, de Apresuntado, de Fiambre, de Hambúrguer, de Kibe, de Presunto Cozido e de Presunto. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 03 agosto, 2000. Disponível em: <<https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=03/08/2000&jornal=1&pagina=55&totalArquivos=88>>. Acesso em: 30 de setembro de 2024.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde. Instrução Normativa nº 161, de 1 de julho de 2022. Estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos. Disponível em: <[https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/IN\\_161\\_2022\\_.pdf/b08d70cb-add6-47e3-a5d3-fa317c2d54b2](https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/IN_161_2022_.pdf/b08d70cb-add6-47e3-a5d3-fa317c2d54b2)>. Acesso em: 30 de outubro de 2024.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO. 2011. Disponível em: <<https://www.cfn.org.br/wp->

content/uploads/2017/03/taco\_4\_edicao\_ampliada\_e\_revisada.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2024.

CANDEIAS, V.; NUNES, E.; MORAIS, C.; CABRAL, M.; SILVA, P. R. **Gorduras. Princípios para uma Alimentação Saudável**. Direção Geral da Saúde, Lisboa, 2005.

CANNIATTI, S. **Valor nutricional de produtos de ervilha em comparação com a ervilha seca**. Ciência Tecnologia Alimentos, Campinas, v. 26, n. 4, p. 766-771, dez. 2006.

CARVALHO, O. T. **Carotenóides e composição centesimal de ervilhas (*Pisum sativum* L.) cruas e processadas**. 2007. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

CELLA, R. C. F.; REGITANO-D'ARCE M. A. B.; SPOTO M. H. F. **Comportamento do óleo de soja refinado utilizado em fritura por imersão com alimentos de origem vegetal**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 22, p. 111 – 116, 2002.

CORREA, K. L.; CARVALHO G. F. B.; MOURÃO, E. S.; OLIVEIRA S. H. C.; COSTA S. S. C.; LAMARÃO, M. L. N.; PEREIRA, R. R.; BARBOSA, W. L. R.; RIBEIRO C. R. M.; CONVERTI, A.; SILVA J. J. O. C. (2024). Physicochemical and Nutritional Properties of Vegetable Oils from Brazil Diversity and Their Applications in the Food Industry. **Foods**, 13(10), 1565. <https://doi.org/10.3390/foods13101565>

CVE. Vigilância Epidemiológica. Doenças transmitidas por água e alimentos. Secretaria de Estado da Saúde de São Paulo. 2011. Disponível em:< [https://www.saude.sp.gov.br/resources/cve-centro-de-vigilancia-epidemiologica/areas-de-vigilancia/doencas-transmitidas-por-agua-e-alimentos/doc/bacterias/2011\\_10ehec\\_revisado.pdf](https://www.saude.sp.gov.br/resources/cve-centro-de-vigilancia-epidemiologica/areas-de-vigilancia/doencas-transmitidas-por-agua-e-alimentos/doc/bacterias/2011_10ehec_revisado.pdf)>. Acesso em: 08 nov. 2024.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L. Química de alimentos de Fennema. 5. ed. Porto Alegre: **Artmed**, 2019. 1112 p.

DEKKERS, B. L. BOOM, R. M. Structuring processes for meatanalogues. **Trends in Food Science & Technology**, v. 81, p. 25-36. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.08.011>.

DOMENE, S. M. A. **Estudo do valor nutricional da proteína de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*, L.), feijão-de-corda (*Vigna unguiculata*, L.), ervilha (*Pisum sativum*, L.) e grão-de-bico (*Cicer arietinum*, L.) utilizando marcação com nitrogênio 15**. 1990. Dissertação (Doutorado em Engenharia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 1990.

EMBRAPA. **Obtenção de concentrados proteicos de lentilha e grão-de-bico**. Disponível em:< <https://www.embrapa.br/ativos-para-parcerias/detalhe/-/ativo-parceria/3284/obtencao-de-concentrados-proteicos-de-lentilha-e-grao-de-bico>>. Acesso em: 24 nov. 2024.

FALICK, A. M. HINES, W. M.; MEDZIHRADESKY K. F.; BALDWIN M. A.; GIBSON B. W. Soc. **Mass Spectrom.** v. 4, p. 882. 1993.

FAO/WHO. Protein and amino acid requirements in human nutrition: report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation. In: **Food and Agriculture Organization and World Health Organization WHO Technical Report Series**, Geneva, 2007.

GAO, Z.; SHEN, P.; LAN, Y.; CUI, L.; OHM, J. B.; CHEN, B.; RAO, J. Effect of alkaline extraction pH on structure properties, solubility, and beany flavor of yellow pea protein isolate. **Food Research International**, 131, 109045, 2020.

GE J.; SUN C. X.; CORKE H.; GUL K.; GAN R. Y.; FANG Y. The health benefits, functional properties, modifications, and applications of pea (*Pisum sativum* L.) protein: Current status, challenges, and perspectives. **Compr Rev Food Sci Food Saf.** 2020 Jul;19(4):1835-1876. doi: 10.1111/1541-4337.12573. Epub 2020 Jun 22. PMID: 33337084.

GOMES, D. S. **Caracterização física, físico-química e reológica da farinha de ervilha e sua influência na elaboração de muffins.** 2018. Dissertação (Doutorado em Engenharia de Alimentos). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

GUIMARÃES, L. F. L. **Cromatografia líquida de alta eficiência, Introdução a métodos cromatográficos.** 1997. 7ª Ed. Cap. 9, 262 p. ISBN: 85-268-0164-3.

IBOPE. Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística. **Pesquisa de opinião pública sobre vegetarianismo.** 2018. Disponível em: <<https://svb.org.br/2469-pesquisa-do-ibope-aponta-crescimento-historico-no-numero-de-vegetarianos-no-brasil/>>. Acesso em: 06 de setembro de 2024.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do IAL.: métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** 5.ed. São Paulo, 2008. 1020 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção da Ervilha em grão. 2022. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/ervilha-em-grao/br>>. Acesso em: 08 de setembro de 2024.

JAY, J. M.; LOESSNER, M. J.; GOLDEN, D. A. **Modern food microbiology.** 7. ed. New York: Springer, 2005.

KORNACKI, J. L.; JOHNSON, J. L. Enterobacteriaceae, coliforms and Escherichia coli as quality and safety indicators. In: DOWNES, F. P.; ITO, K. (Eds.). Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 4. ed. Washington: **American Public Health Association (APHA)**, 2001. p. 69-82.

KUMAR, M., TOMAR, M., POTKULE, J., VERMA, R., PUNIA, S., MAHAPATRA, A., KENNEDY, J. F., et al. Advances in the plant protein extraction: Mechanism and recommendations. **Food Hydrocolloids**, 2022; 115, 106595. doi: 10.1016

KUMAR, M., TOMAR, M., POTKULE, J., PUNIA, S., DHAKANE-LAD, J., SINGH S., DHUMAL S., PRADHAN PC, BHUSHAN B., ANITHA T., et al. Functional characterization of plant-based protein to determine its quality for food applications. **Food Hydrocoll.** 2022; 123 :106986. doi: 10.1016.

KYRIAKOPOULOU, K.; DEKKERS, B.; VAN DER GOOT, A. J. **Plant-based meat analogues**. In: Sustainable meat production and processing. Academic Press, 2019. p. 103-126.

LETERME, P.; MONMART, T.; BAUDART, E. Amino acid composition of pea (*Pisum sativum*) proteins and protein profile of pea flour. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 53, n. 1, p. 107-110, 1990.

LIMA, J. R. Caracterização físico-química e sensorial de hambúrguer vegetal elaborado à base de caju. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p. 191-195, 2008.

MAGALHÃES, M. P., OLIVEIRA, J. C. **Veganismo**: aspectos históricos. Revista Scientiarum História, 2019.

MARIOD, A. A.; FATHY, S. F.; ISMAIL, M. Preparation and characterisation of protein concentrates from defatted kenaf seed. **Food Chemistry**, v. 123, n. 3, p. 747-752, 2010.

MERÇON, F. O que é uma gordura trans. **Química nova na escola**, v. 32, n. 2, p. 78-83, 2010.

MOURE, A.; SINEIRO, J.; DOMÍNGUEZ, H.; PARAJÓ, J. C. Functionality of oilseed protein products: a review. **Food Research International**, v. 39, p. 945-963, 2006.

MILLAR, K. A. GALLAGHER E.; BURKE, R.; MCCARTHY S. BARRY-RYAN C. Proximate composition and anti-nutritional factors of fava-bean (*Vicia faba*), green-pea and yellow-pea (*Pisum sativum*) flour. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 82, p.103233. 2019.

MISTRY, I.; TANWAR S.; TYAGI S.; KUMAR, N. **Blockchain for 5G-enabled IoT for industrial automation: A systematic review, solutions, and challenges**. Mechanical Systems and Signal Processing, v. 135, p. 106382, 2020.

NAIA, I. I. P. **Produção de alimentos funcionais inovadores a partir de tremço e ervilha com base no método de produção de tempeh de soja**. 2015. 102 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Alimentar), Universidade de Lisboa, Lisboa, 2015.

NASCIMENTO, M. N.; ANTUNES, V. C.; GUERRA, A. F., LUCHESE, R. H. Bebida Proteica Vegana. **Brazilian Journal of Development**, vol. 6, p. 76853-76869, 2020.

NASCIMENTO, B. **Determinação do Teor de Cinzas**. Apresentação na RIUEA Química de Alimentos. Limeira, São Paulo, 2010.

PIRAGINE, K. O. **Aspectos higiênicos e sanitários do preparo da merenda escolar na rede Estadual de Ensino de Curitiba**. 2005. 107f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

POLISELI C. B.; TONIN A. P. P.; MARTINEZ F. C.; NASCIMENTO N. C.; JUNIOR V. B.; MALUF J.; RIBEIRO, V. M. S.; DELLA ROSA F. A.; SOUZA G. H. M. F.; MEURER E. C. Tri- and dipeptides identification in whey protein and porcine liver protein hydrolysates by fast LC–MS/MS neutral loss screening and *de novo* sequencing. **J Mass Spectrom**. 2021; 56:e4701. <https://doi.org/10.1002/jms.4701>.

RACKI, G. **Desenvolvimento de um produto análogo de carne baseado em proteínas vegetais**. 2022. 38 p. Monografia (Bacharel e Engenharia de Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2022.

ROGERO, M. M.; TIRAPEGUI, J. Aspectos atuais sobre aminoácidos de cadeia ramificada e exercício físico. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 44, p. 563-575, 2008.

SEGUNDO, J. F. L. **Desenvolvimento de hambúrguer vegano adicionado da farinha de couve folha: avaliação físico-química, microbiológica e sensorial**. 2020. Monografia (Bacharelado em Nutrição), Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2020.

SHANTHAKUMAR, P.; KLEPACKA, J.; BAINS, A.; CHAWLA, P.; DHULL, S.; NAJDA, A. **The Current Situation of Pea Protein and Its Application in the Food Industry**. *Molecules*. 2022 Aug 22;27(16):5354. doi: 10.3390/molecules27165354. PMID: 36014591; PMCID: PMC9412838.

SILVA, N.; JUNQUEIRA V. C. A.; SILVEIRA N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; GOMES, R. A. R.; OKAZAKI M. M. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 5a ed. São Paulo: Blucher, 2018.

SCHULTZ, B. T.; SILVEIRA, I. T. C.; PIRES, C. V.; ARRUDA, A. C.; CARLOS, L. de A. Desenvolvimento e estudo da estabilidade de hambúrguer vegetal de ervilha adicionado de ora-pro-nóbis. **CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES**, v. 16, n. 10, p. 22835–22848, 2023. DOI: 10.55905/revconv.16n.10-243. Disponível em: <<https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/2346>> Acesso em: 28 out. 2024.

SANTOS, L. C.; COSTA, S. J., ARCKOOL, P. B.; VITALI, A. A. **Produção de concentrado e isolado protéico de soja**. Coletânea do Instituto Tecnológico de Alimentos, v.9, 1978.

TORRE, D. J. C. M.; BERAQUET, N. J. Composição centesimal e teor de colágeno em carne bovina moída. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, v. 64, n. 2, p. 223-231, 2005.

VIDAL, T. Z. B. FONTES, D. O.; SILVA F. C. O.; VASCONCELLOS C. H. F.; SILVA M. A.; KILL J. L.; SOUZA L. P. O. **Efeito da redução da proteína bruta e da suplementação de aminoácidos para suínos machos castrados, dos 70 aos 100kg**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 62, p. 914- 920. 2010.

WATERS. **Beginners guide to liquid chromatography**. 2017. Disponível em: [http://www.waters.com/waters/pt\\_PT/HPLC---High-Performance-Liquid-ChromatographyExplained/nav.htm?cid=10048919&locale=pt\\_PT](http://www.waters.com/waters/pt_PT/HPLC---High-Performance-Liquid-ChromatographyExplained/nav.htm?cid=10048919&locale=pt_PT). Acesso em: 19 nov. 2024.

WEENUTTRANON, J.; HIRUNYOPHAT, P.; SAEIAM, K.; BUNNAK, T.; SAELEE, S. The impacts of different pea protein isolate levels on physiochemical, textural, and sensory evaluation of ready-to-cook plant-based minced meatballs from oyster mushroom. **Future of Food: Journal on Food, Agriculture & Society**, v. 11, n. 4, p. 9, 2023.

WHO (2016), High Pressure Liquid Chromatography, The International Pharmacopeia, Disponível em: <<http://apps.who.int/phint/en/p/docf/>>. Acesso em: 19 nov. 2024.

WU, G. **Functional amino acids in growth, reproduction, and health**. *Advances in Nutrition*, v. 1, n. 1, p. 31-37, 2010. DOI: 10.3945/an.110.1008.