

UFRRJ

INSTITUTO DE TECNOLOGIA

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS**

TESE

**DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DE ALMÔNDEGAS DE UBARANA
(*Albula vulpes*) ERIQUECIDAS COM FARINHA DE CENOURA (*Daucus carota L.*)**

Vanessa Coelho da Silva Toledo

2026



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS

DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DE ALMÔNDEGAS DE UBARANA
(*Albula vulpes*) ERIQUECIDAS COM FARINHA DE CENOURA (*Daucus carota* L.)

VANESSA COELHO DA SILVA TOLEDO

*Sob a Orientação da Professora **Lourdes Maria***
Corrêa Cabral

*e Coorientação da Professora **Gesilene***
Mendonça de Oliveira

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos, no Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Área de Concentração em Ciência de Alimentos.

Seropédica, RJ
Março de 2026

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro Biblioteca
Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

T649d

Toledo, Vanessa Coelho da Silva, 1982-
DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DE ALMÔNDEGAS DE UBARANA (Albula
vulpes) ERIQUECIDAS COM FARINHA DE CENOURA (Daucus carota l.) /
Vanessa Coelho da Silva Toledo. - Rio de Janeiro, 2026.
108 f.: il.

Orientadora: Lourdes Maria Corrêa Cabral. Coorientadora:
Gesilene Mendonça de Oliveira. Tese (Doutorado). --
Universidade Federal Rural do
Rio de Janeiro, Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de
Alimentos, 2026.

1. Pescado. 2. Vegetais carotenogênicos. 3. Co produto.
4. Bioacessibilidade. 5. Tecnologia de alimentos. I.
Cabral, Lourdes Maria Corrêa, 1957-, orient. II. Oliveira,
Gesilene Mendonça de, 1972-, coorient. III Universidade
Federal Rural do Rio de Janeiro. Pós-Graduação em Ciência e
Tecnologia de Alimentos. IV. Título.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de
Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS



TERMO Nº 125/2026 - PPGCTA (12.28.01.00.00.00.41)

Nº do Protocolo: 23083.011303/2026-28

Seropédica-RJ, 12 de março de 2026.

VANESSA COELHO DA SILVA TOLEDO

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos, no Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, área de Concentração em Ciência de Alimentos.

TESE APROVADA EM 11/03/2026

LOURDES MARIA CORRÊA CABRAL, (Dra) EMBRAPA (orientadora)

ANGELA APARECIDA LEMOS FURTADO, (Dra) EMBRAPA

SILVIA CONCEIÇÃO REIS PEREIRA MELLO, (Dr) PESAGRO-RIO

CRISTIANE HESS DE AZEVEDO MELEIRO, (Dra) UFRRJ

RENATA TORREZAN, (Dra) EMBRAPA

Documento não acessível publicamente

(Assinado digitalmente em 16/03/2026 19:32)
CRISTIANE HESS DE AZEVEDO MELEIRO
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
CoordCGEngA (12.28.01.00.00.00.38)
Matricula: ###889#8

(Assinado digitalmente em 12/03/2026 18:53)
SILVIA CONCEIÇÃO REIS PEREIRA MELLO
ASSINANTE EXTERNO
CPF: ###.###.877-##

(Assinado digitalmente em 12/03/2026 14:33)
LOURDES MARIA CORREA CABRAL
ASSINANTE EXTERNO
CPF: ###.###.967-##

(Assinado digitalmente em 12/03/2026 16:16)
RENATA TORREZAN
ASSINANTE EXTERNO
CPF: ###.###.628-##

(Assinado digitalmente em 12/03/2026 14:53)
ANGELA APARECIDA LEMOS FURTADO
ASSINANTE EXTERNO
CPF: ###.###.327-##

*Dedico esta obra ao Senhor Deus.
“Porque dele e por ele, e para ele, são todas as coisas; glória, pois, a Deus eternamente.
Amém.”*

Romanos 11:36

AGRADECIMENTOS

“Com efeito, grandes coisas fez o Senhor por nós; por isso, estamos alegres.”
Salmos 126:3

Primeiramente, agradeço a Deus por sua infinita bondade e misericórdia.

Agradeço à Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro e à CAPES pelo apoio financeiro, por meio da concessão de bolsa.

Às minhas orientadoras, Dr^a Lourdes Maria Corrêa Cabral e Dr^a Gesilene Mendonça de Oliveira, registro meu mais profundo agradecimento pelo compartilhamento de conhecimento acadêmico, pelas orientações e adequado direcionamento, e pelo incentivo contínuo que foram fundamentais para execução desta pesquisa e para meu crescimento acadêmico e profissional. Vocês são exemplos admiráveis de profissional dedicado e de mulher!

À minha querida amiga e colega de pós-graduação, Ingrid. Com você, esta jornada foi cheia de esperança, alegria e superação, em meio a tantos desafios.

Aos amigos Robson e Roni que disponibilizaram as matérias primas para elaboração desta pesquisa.

Agradeço também aos prezados e admirados funcionários e técnicos de laboratório da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ e da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Vocês foram verdadeiros agentes de transformação em minha vida profissional!

À minha amada família, meu porto seguro. Meu lindo e amado esposo Paulo Toledo pela cumplicidade, compreensão e amor durante todo o curso. Meus filhos, Arthur, Davi e Isabela que, com tanto carinho suportaram minhas ausências. Aos meus pais Leidi Jandi e Almir por serem reflexo do amor de Deus na minha vida, pelo apoio no planejamento e atividades familiares, e pelo incentivo sempre presente. Ao meu irmão Marcos Ulisses pelo carinho e suporte manifesto em todas as tarefas necessárias. Verdadeiramente, o sucesso do homem está na fortaleza de sua casa!

Aos meus amigos, mais chegados que irmãos, em especial, Eliane, Elenice, Ana Clara, Amanda, Ana Leticia, Silvia e Everton. Vocês são bênção de Deus para mim!

Agradeço a todos que acreditam que a ciência pode ser uma ferramenta de transformação social e combate à fome.

RESUMO

TOLEDO, Vanessa Coelho da Silva. DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DE ALMÔNDEGAS DE UBARANA (*Albula vulpes*) ERIQUECIDAS COM FARINHA DE CENOURA (*Daucus carota* L.), RJ. 2026. 108f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2025. Tese.

O crescimento populacional e a insegurança alimentar demandam estratégias sustentáveis alinhadas à Agenda 2030 da ONU. O aproveitamento de subprodutos pesqueiros, como peixes descartados (*bycatch*) e produtos alimentares, como cenouras fora do padrão comercial por forma irregular, mas próprios para consumo, representam uma alternativa promissora para reduzir o desperdício e promover a segurança alimentar. Este estudo objetivou desenvolver e caracterizar as propriedades físico-químicas e funcionais de almôndegas elaboradas com ubarana (*Albula vulpes*) e farinha obtida a partir de cenouras descartadas (*Daucus carota* L.), associadas à fécula de mandioca e temperos naturais. Utilizando delineamento de misturas, avaliou-se inicialmente 12 tratamentos quanto à cor, textura e umidade, conforme métodos oficiais. O tratamento T9 (56 % ubarana - U, 10 % fécula de mandioca - FM, 10 % farinha de cenoura -FC) apresentou melhor desempenho tecnológico, exibindo maior valor para umidade (69,84 %), e textura comparável a produtos comerciais. A partir deste resultado, quatro pontos axiais na região do tratamento 9 (P1, P2, PT9 e P3) foram testados. As variações dos componentes em cada ponto foi de 50, 53, 56 e 60 % para U e de 16; 13; 10 e 6 % para FC, mantendo-se fixos os valores para FM (10 %), água (20 %) e temperos (4 %). Nas amostras dos pontos axiais foram avaliadas propriedades tecnológicas, antioxidantes, nutricionais, microbiológicas, sensoriais e de bioacessibilidade de carotenoide. Todas as amostras dos quatro pontos demonstraram boa resposta para as análises realizadas. Na avaliação da atividade antioxidante DPPH, os pontos não mostram diferença estatística. Porém, o ponto axial P1 mostrou maior valor para a FRAP (0,000240 mg TE/mL). Juntamente com P1, o ponto axial PT9 (56 % U e 10 % FC), apresentou semelhança estatística e os maiores valores de carotenoides totais pós-bioacessibilidade (1463 µg/100 g). O Ponto P2, na análise de lipídios, foi estatisticamente semelhante aos demais, entretanto, com menor valor, 0,28 g. O ponto axial PT9 foi o ponto com a melhor resposta para umidade (68,6 %), com destaque na análise sensorial, no quesito “aparência global (77,4 %)”. Nutricionalmente, as almôndegas podem ser classificadas, segundo a legislação brasileira de alimentos, como "alto teor" de Vitamina A para crianças até 3 anos e “fonte” para adolescentes até 13 anos. Enquanto o ponto P3 apresentou a melhor adequação proteica às diretrizes do PNAE. O produto desenvolvido representa uma alternativa alimentar inovadora e sustentável, obtida a partir do aproveitamento de pescado *bycatch* e hortaliças descartadas, contribuindo para a redução do desperdício e valorização de coprodutos agroindustriais. A almôndega de ubarana enriquecida com farinha de cenoura destaca-se, portanto, como opção promissora, aliando qualidade tecnológica, alto valor nutricional e princípios de sustentabilidade e economia circular, sendo, portanto, resposta aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentáveis voltados à erradicação da fome, ao consumo responsável e à proteção da vida na água.

Palavras-chave: Peixe marinho; vegetais carotenogênicos; coprodutos.

ABSTRACT

TOLEDO, Vanessa Coelho da Silva. TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT OF UBARANA (*Albula vulpes*) MEATBALLS ENRICHED WITH CARROT FLOUR (*Daucus carota* L.), RJ. 2026. 108f. Thesis (Doctorate in Food Science and Technology). Institute of Technology, Department of Food Technology, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2025. Thesis.

Population growth and food insecurity demand sustainable strategies aligned with the UN's 2030 Agenda. The utilization of fishery by-products, such as discarded fish (bycatch), and food products, such as carrots that are outside commercial standards due to irregular shape but are fit for consumption, represent a promising alternative to reduce waste and promote food security. This study aimed to develop and characterize the physicochemical and functional properties of meatballs made with ubarana (*Albula vulpes*) and flour obtained from discarded carrots (*Daucus carota* L.), combined with cassava starch and natural seasonings. Using a mixture design, 12 treatments were initially evaluated for color, texture, and moisture content, according to official methods. Treatment T9 (56 % ubarana - U, 10 % cassava starch - FM, 10 % carrot flour - FC) showed the best technological performance, exhibiting the highest moisture value (69.84 %) and a texture comparable to commercial products. Based on this result, four axial points in the treatment region 9 (P1, P2, PT9, and P3) were tested. The variations in the components at each point were 50, 53, 56, and 60 % for U and 16, 13, 10, and 6 % for FC, while the values for FM (10 %), water (20 %), and spices (4 %) remained fixed. The technological, antioxidant, nutritional, microbiological, sensory, and carotenoid bioavailability properties of the samples from the axial points were evaluated. All samples from the four points showed a good response to the analyses performed. In the evaluation of DPPH antioxidant activity, the points showed no statistical difference. However, axial point P1 showed the highest value for FRAP (0.000240 mg TE/mL). Along with P1, axial point PT9 (56 % U and 10 % FC) showed statistical similarity and the highest values of total carotenoids post-bioaccessibility (1463 µg/100 g). Point P2, in the lipid analysis, was statistically similar to the others, however, with a lower value, 0.28 g. Axial point PT9 was the point with the best response for moisture (68.6 %), standing out in the sensory analysis, in the "overall appearance" category (77.4 %). Nutritionally, meatballs can be classified, according to Brazilian food legislation, as "high in" Vitamin A for children up to 3 years old and a "source" for adolescents up to 13 years old. Meanwhile, point P3 presented the best protein adequacy according to the PNAE (National School Feeding Program) guidelines. The developed product represents an innovative and sustainable food alternative, obtained from the use of bycatch fish and discarded vegetables, contributing to the reduction of waste and the valorization of agro-industrial co-products. The ubarana meatball enriched with carrot flour stands out, therefore, as a promising option, combining technological quality, high nutritional value, and principles of sustainability and circular economy, thus responding to the Sustainable Development Goals aimed at eradicating hunger, responsible consumption, and protecting life below water.

Keywords: Marine fish; carotenoid vegetables; by-products.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxo de descrição da revisão bibliográfica.....	5
Figura 2. Estrutura química do β -caroteno	15
Figura 3. Etapas da preparação da CTP	21
Figura 4. Etapas de beneficiamento da cenoura e obtenção da farinha de cenoura	22
Figura 5. Proporções dos componentes a serem utilizados no delineamento experimental....	24
Figura 6. Diagrama das principais etapas realizadas no estudo	25
Figura 7. Esquema resumido da digestão simulada in vitro pelo protocolo INFOGEST 2.0 (Brodkorb et al., 2019) aplicado à bioacessibilidade de carotenoides da almôndega	29
Figura 8. Amostras de almôndega elaboradas para análise sensorial.....	32
Figura 9. Distribuição granulométrica da farinha de cenoura	36
Figura 10. Evolução da atividade de água da farinha de cenoura ao longo do armazenamento	37
Figura 11. Evolução da umidade da farinha de cenoura ao longo do armazenamento	39
Figura 12. Avaliação da cor da farinha de cenoura ao longo do armazenamento.....	41
Figura 13. Avaliação do teor de conteúdo de carotenoides totais da cenoura da farinha de cenoura ao longo do armazenamento	44
Figura 14. Aparências das almôndegas obtidas de acordo com os tratamentos do delineamento experimental.....	48
Figura 15. Gráfico de Pareto e Perfil de umidade das 12 amostras de almôndega de ubarana	52
Figura 16. Gráfico de Pareto e Perfil de dureza das 12 amostras de almôndega de ubarana ..	53
Figura 17. Gráfico de Pareto e Perfil de Mastigabilidade das 12 amostras de almôndega de ubarana.....	54
Figura 18. Aparência da almôndega do tratamento T9 e almôndegas de marcas comerciais utilizadas no teste de dureza.	54
Figura 19. Atividade antioxidante das formulações dos quatro pontos na região do tratamento T9 do delineamento	58
Figura 20. Caracterização da cor das quatro formulações P1, P2, PT9 e P3 da almôndega de ubarana.....	59
Figura 21. Contribuição da utilização de almôndegas de ubarana para 20 % das Necessidades do PNAE para EF (6 a 10 anos)	67
Figura 22. Contribuição da utilização de almôndegas de ubarana para 20 % das Necessidades do PNAE para EF (11 a 15 anos)	67
Figura 23. Contribuição da utilização de almôndegas de ubarana para 30 % das Necessidades do PNAE para EF (6 a 10 anos).....	68
Figura 24. Contribuição da utilização de almôndegas de ubarana para 30 % das Necessidades diárias do PNAE para EF (11 a 15 anos).....	69
Figura 25. Contribuição da utilização de almôndegas de ubarana para 70 % das Necessidades (Período Integral) do PNAE para EF (6 a 10 anos).....	70
Figura 26. Contribuição da utilização de almôndegas de ubarana para 70 % das Necessidades (Período Integral) do PNAE para EF (11 a 15 anos).....	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Matriz do planejamento	23
Tabela 2. Composição centesimal e físico-química das matérias-primas	34
Tabela 3. Granulometria da farinha de cenoura.....	36
Tabela 4. Perfil carotenogênico da cenoura a e farinha da cenoura	46
Tabela 5. Rendimento do processo de obtenção da CTP de ubarana	47
Tabela 6. Teor de cor das amostras de almôndega	49
Tabela 7. Dureza, mastigabilidade e umidade das amostras de almôndega de ubarana.....	51
Tabela 8. Dureza de almôndegas comerciais e da almôndega de ubarana elaborada com a formulação do tratamento T9.	55
Tabela 9. Formulações de almôndegas obtidas a partir da região do tratamento T9 do delineamento de mistura.	55
Tabela 10. Teor de carotenoides das almôndegas P1, P2, PT9 e P3.	56
Tabela 11. Valores estimados de vitamina A das almôndegas P1, P2, PT9 e P3, para as faixas etárias de 1 a maiores de 14 anos.	57
Tabela 12. Digestibilidade de proteína das almôndegas P1, P2, PT9 e P3 do delineamento experimental.	61
Tabela 13. Composição centesimal e umidade das almôndegas P1, P2, PT9 e P3 do delineamento experimental.....	62
Tabela 14. Rotulagem das almôndegas de Ubarana formuladas a partir da região T9 (P1, P2, PT9 e P3) do delineamento experimental, conforme a RDC nº 429/2020 e IN nº 75/2020.....	64
Tabela 15. Recomendação para atender 20 % das necessidades nutricionais diárias de discentes beneficiados pelo PNAE em período parcial	65
Tabela 16. Estimativa de percentagem de proteína atingida (%) na categoria de 20 % das necessidades nutricionais diárias de discentes beneficiados pelo PNAE	66
Tabela 17. Recomendação para atender 30 % e 70 % das necessidades nutricionais diárias de discentes beneficiados pelo PNAE	66
Tabela 18. Perfil dos 100 provadores quanto ao sexo e à faixa etária.....	71
Tabela 19. Perfil dos 100 provadores quanto ao consumo de pescado	72
Tabela 20. Notas de aceitação dos atributos aparência geral, cor, aroma, sabor e textura das almôndegas de ubarana utilizando escala hedônica de 9 pontos	73
Tabela 21. Índices de aceitação para os atributos aparência geral, cor, aroma, sabor e textura das almôndegas de ubarana	74
Tabela 22. Ordenação por preferência das amostras de almôndegas de ubarana segundo os 100 provadores	75
Tabela 23. Intenção de compra das almôndegas de ubarana segundo os 100 provadores	75
Tabela 24. Resumo comparativo das características das quatro amostras de almôndega selecionadas a partir do delineamento de misturas.....	76

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	4
2.1 Geral.....	4
2.2 Específicos	4
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
3.1 Pescado <i>Bycatch</i> e o Potencial Tecnológica da Ubarana (<i>Albula vulpes</i>)	7
3.2 Carne Triturada de Pescado (CTP).....	10
3.3 Digestibilidade da Proteína	11
3.4 Formatados de Peixe	11
3.5 Cenoura (<i>Daucus carota L.</i>).....	12
3.6 Carotenoides	14
3.7 β -caroteno e Vitamina A.....	15
3.8 Bioacessibilidade e Biodisponibilidade: carotenoides.....	16
3.9 Extração e Fatores Interferentes: carotenoides	18
3.10 Mandioca (<i>Manihot esculenta Crantz</i>)	18
3.11 Almôndega de Peixe Nutricional e Exigências do PNAE	19
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	21
4.1 Ubarana: obtenção e preparação das amostras	21
4.2 Cenoura: obtenção e preparação das amostras.....	22
4.3 Almôndega de Ubarana: planejamento experimental por delineamento de misturas e elaboração da almôndega	23
4.4 Ubarana: avaliação do rendimento	25
4.5 CTP de Ubarana: avaliação da composição centesimal e físico-química.....	25
4.6 CTP de Ubarana e Almôndegas: digestão da proteína.....	26
4.7 Cenoura: avaliação do rendimento.....	26
4.8 Farinha da Cenoura: avaliação da composição centesimal e físico-química.....	26
4.9 Farinha de Cenoura: caracterização da granulometria	26
4.10 Farinha de Cenoura: avaliação da estabilidade	27
4.11 Almôndega de Ubarana: variáveis resposta - umidade, dureza e mastigabilidade.....	28
4.12 Análise de Cor	29
4.13 Concentração Total e Bioacessibilidade dos Carotenoides	29
4.14 Estudo Comparativo do Potencial Nutricional em Vitamina A.....	30
4.15 Atividade Antioxidante (DPPH e FRAP)	30
4.16 Digestão de Proteína e Umidade	31
4.17 Análise Microbiológica	31
4.18 Análise Sensorial	31

4.19 Análise Estatística	33
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
5.1 Matérias-primas: avaliação da composição centesimal e físico-química	34
5.2 Rendimento da Farinha de Cenoura	35
5.3 Caracterização da Farinha de Cenoura	35
5.4 Rendimento da Carne Triturada de Ubarana	47
5.5 Caracterização da Almôndega de Ubarana: cor, textura e umidade.	48
5.6 Almôndega de Ubarana: avaliação de pontos axiais na região do tratamento T9 do delineamento de misturas	55
5.7 Diretrizes do PNAE	65
5.8 Análise Sensorial	71
6 CONCLUSÕES	77
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
ANEXOS	97

1 INTRODUÇÃO

O relatório *United Nations Environment Programme (UNEP) Food Waste Index Report 2024*, em 2022 apontou que foram desperdiçadas no mundo, em torno de 1,05 bilhões de toneladas de alimentos, o que equivaleria a cerca de 19% dos alimentos disponíveis para os consumidores (Unep, 2024). Tal cenário de carência alimentar e perda de alimentos ao longo das cadeias produtivas tem motivado iniciativas globais voltadas à recuperação e ao aproveitamento de alimentos ainda próprios para o consumo (Nascimento et al., 2022). O documento intitulado “*Transforming Our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development*” representa um marco internacional ao estabelecer metas e diretrizes destinadas a promover a melhoria da qualidade de vida, a coesão social e a preservação ambiental (ONU, 2015; Michaelsen, 2020).

A cadeia produtiva do pescado desempenha papel fundamental tanto sob a perspectiva socioeconômica, no contexto nacional e global, quanto no âmbito da segurança alimentar, ao contribuir para o fornecimento de alimentos capazes de atender às necessidades nutricionais da população (Santos et al., 2022).

As ações que visam a preservação e o aproveitamento dos recursos naturais são necessárias. A captura incidental, conhecida como *bycatch*, representa um dos principais contribui substancialmente para o desperdício de recursos marinhos de alto potencial nutricional e econômico. Este descarte acontece, porque durante a pesca comumente ocorrem interações operacionais e capturas acidentais de espécies não-alvo, classificadas como espécie subutilizada de baixo e/ou sem valor econômico (Paula et al., 2021). Tais espécies podem ser desembarcadas e utilizadas para a elaboração de produtos para consumo humano, porém, a maioria é descartada ainda no “mar” (Brasil, 2013).

De acordo com a FAO (2024), estima-se que de 10 a 12 % da produção global de pescado não seja destinada ao consumo humano direto. Em termos absolutos, a FAO indica que entre 17,9 e 39,5 milhões de toneladas de pescado são descartadas anualmente nas pescarias comerciais, devido à baixa atratividade comercial, tamanho reduzido ou ausência de valor de mercado (FAO, 2024). No contexto nacional, a problemática do *bycatch* também é relevante. Cerca de 67% dos estoques pesqueiros avaliados encontram-se em situação de sobrepesca, o que agrava o impacto da mortalidade acidental de espécies não-alvo, configurando desperdício de proteína de alta qualidade (Oceana, 2023). A ubarana (*Albula vulpes*), é exemplo de espécie *bycatch*, porém, com composição centesimal semelhante as descritas pela literatura para pescado de espécies de alto valor comercial, (Gonçalves, 2011; Silva; Oliveira, 2014; Pires, 2017).

A cadeia produtiva das hortaliças também faz parte das discussões da Agenda 30, que busca reduzir pela metade o desperdício de alimentos per capita mundial, nos níveis de varejo e do consumidor, e reduzir as perdas de alimentos ao longo das cadeias de produção e abastecimento, incluindo as perdas pós-colheita (ONU, 2015; Michaelsen, 2020).

Entre os principais fatores associados a essas perdas destacam-se deficiências de infraestrutura, incidência de pragas, práticas inadequadas de manuseio e exigências estéticas impostas pelo varejo, resultando em impactos ambientais e econômicos relevantes, além de comprometerem a segurança alimentar em nível global.

Entre as principais hortaliças cultivadas no País a cenoura (*Daucus carota L.*) se destaca por ser uma hortaliça nutritiva e rica em fibras, como pectina, celulose, lignina e hemicelulose, importantes para saúde intestinal. É a principal fonte de origem vegetal de α e β -caroteno, carotenoides pró-vitamínicos A. Porém, no cenário do descarte, são desprezadas por estarem fora do padrão de comercialização por apresentarem pequenas deformações, o que não as impedem de serem aproveitadas como ingrediente para a elaboração de produto

alimentício. A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) também se destaca na cadeia produtiva por ser uma hortaliça amilácea de ampla disponibilidade no território brasileiro, de baixo custo e propriedades tecnofuncionais relevantes para a indústria de alimentos.

O reaproveitamento de alimentos e subprodutos tradicionalmente descartados insere-se como uma estratégia fundamental para a redução do grande desperdício e para a promoção do desenvolvimento sustentável, especialmente no contexto da segurança alimentar e nutricional. Nesse cenário, o desenvolvimento de novos produtos alimentícios tipo almôndega, a partir do aproveitamento da carne de peixe como fonte proteica, adicionado de farinha de cenoura como fonte de carotenoides representa uma alternativa viável para agregar valor às matérias-primas subutilizadas, contribuindo simultaneamente para a minimização de impactos ambientais e para a inovação tecnológica no setor de alimentos.

No delineamento experimental de misturas simplex-centroide das almôndegas, a escolha da CTP de ubarana, da farinha de cenoura e da fécula de mandioca como variáveis independentes justifica-se pelo papel estrutural e funcional que cada componente desempenha na matriz do produto, bem como pelo potencial de interação entre eles.

A CTP de ubarana constitui a base proteica da formulação, influenciando a formação da rede estrutural e a retenção de água; a farinha de cenoura agrega fibras e compostos bioativos, podendo modificar a capacidade de retenção hídrica e a textura; enquanto a fécula de mandioca atua como agente estruturante e espessante, contribuindo para a coesão e estabilidade do sistema. Por se tratar de um estudo de misturas, no qual a resposta depende das proporções relativas dos componentes, a variação controlada desses três ingredientes permite avaliar seus efeitos isolados e combinados.

Para que novos produtos alimentícios sejam tecnicamente viáveis e nutricionalmente relevantes, torna-se indispensável o conhecimento aprofundado de suas características tecnológicas, físico-químicas e funcionais, as quais constituem o objetivo central desta tese. Adicionalmente, ressalta-se a importância da ingestão adequada de proteínas e de compostos bioativos, como os carotenoides, amplamente reconhecidos por seus efeitos benéficos à saúde humana. Sendo assim, a avaliação da digestibilidade e da bioacessibilidade desses nutrientes mostra-se essencial, uma vez que possibilita estimar a fração efetivamente disponível para absorção intestinal, fornecendo subsídios científicos para a formulação de alimentos que, além de sustentáveis, apresentem elevado potencial nutricional e funcional.

A digestibilidade proteica representa a proporção de proteínas que são hidrolisadas pelas enzimas digestivas e absorvidas pelo organismo, constituindo o primeiro fator determinante da eficiência de utilização proteica da dieta (Sgarbieri, 1996). Ademais, durante o processamento dos alimentos podem ocorrer alterações químicas capazes de aumentar ou reduzir a biodisponibilidade de nutrientes, interferindo positiva ou negativamente na digestão e absorção, bem como promovendo a inativação de substâncias bioativas presentes na matriz alimentar (Coelho, 2007; Cozzolino, 2016).

Neste contexto, a bioacessibilidade corresponde à fração de um nutriente ou composto bioativo que é liberada da matriz alimentar ao longo do processo digestivo e que se encontra disponível para absorção no intestino, sendo influenciada por fatores como a estrutura do alimento, as condições de processamento e as interações entre os componentes da dieta (Parada; Aguilera, 2007; Carbonell-Capella *et al.*, 2016; Thakur *et al.*, 2020).

No que se refere à provitamina A, é reconhecido que sua biodisponibilidade apresenta variações significativas conforme a forma química do nutriente. A vitamina A pré-formada apresenta elevada eficiência de absorção, variando entre 70 e 90 %, enquanto os carotenoides precursores apresentam eficiência inferior, estimada entre 20 e 50 %. Após a ingestão, esses compostos são incorporados às micelas no lúmen intestinal, absorvidos pelos enterócitos e, subsequentemente, incorporados aos quilomícrons, sendo transportados pelo sistema linfático até a circulação sistêmica e o fígado (Barber *et al.*, 2014).

Considerando a relevância do acesso e adequada nutrição para saúde, a Coordenação de Segurança Alimentar e Nutricional (COSAN), em articulação com o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), incentiva a inserção de produtos à base de pescado na alimentação escolar, em virtude da deficiência no consumo de proteínas de alto valor biológico observada em parcelas expressivas da população, especialmente entre crianças e indivíduos de menor renda. Evidências científicas indicam que os micronutrientes com maior prevalência de inadequação na infância incluem ferro, vitamina A e zinco, sendo a deficiência de vitamina A um relevante problema de saúde pública, associada ao aumento do risco de morbimortalidade e à ocorrência de cegueira evitável. Nesse contexto, o público infantil configura um nicho prioritário, que demanda o desenvolvimento de produtos alimentícios capazes de atender a necessidades nutricionais específicas (Brasil, 2020).

Diante do exposto, formula-se a hipótese de que a aplicação integrada, e ainda pouco explorada na literatura, de espécies de pescado provenientes do *bycatch* e de coprodutos de hortaliças descartadas, com destaque para a farinha de cenoura, possa promover melhorias significativas nas propriedades físico-químicas, tecnológicas e funcionais de produtos alimentícios estruturados. Pressupõe-se que a avaliação dos efeitos da incorporação da farinha de cenoura, por meio de delineamento de misturas, em almôndegas elaboradas com ubarana, evidencie a agregação de valor ao produto, configurando-se como uma alternativa nutricionalmente adequada, sustentável e tecnicamente viável para o aproveitamento de recursos subutilizados na cadeia agroalimentar.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Desenvolver almôndega a partir de carne triturada de ubarana (*Albula vulpes*), farinha de cenoura (*Daucus carota L.*) e fécula de mandioca, visando a obtenção de um produto com qualidade tecnológica, valor nutricional adequado e conformidade com os padrões do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE).

2.2 Específicos

- Obter farinha de cenoura por secagem com circulação de ar quente;
- Obter a carne triturada de pescado (CTP) de Ubarana para utilização como matéria-prima na formulação das almôndegas;
- Definir a formulação de almôndega de Ubarana a base de CTP, farinha de cenoura e fécula de mandioca com características nutricionais que atendam aos padrões utilizados pelo PNAE;
- Avaliar a bioacessibilidade dos carotenoides e a digestibilidade de proteínas na almôndega de Ubarana.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A Figura 1 traz o Fluxo de descrição da revisão bibliográfica.

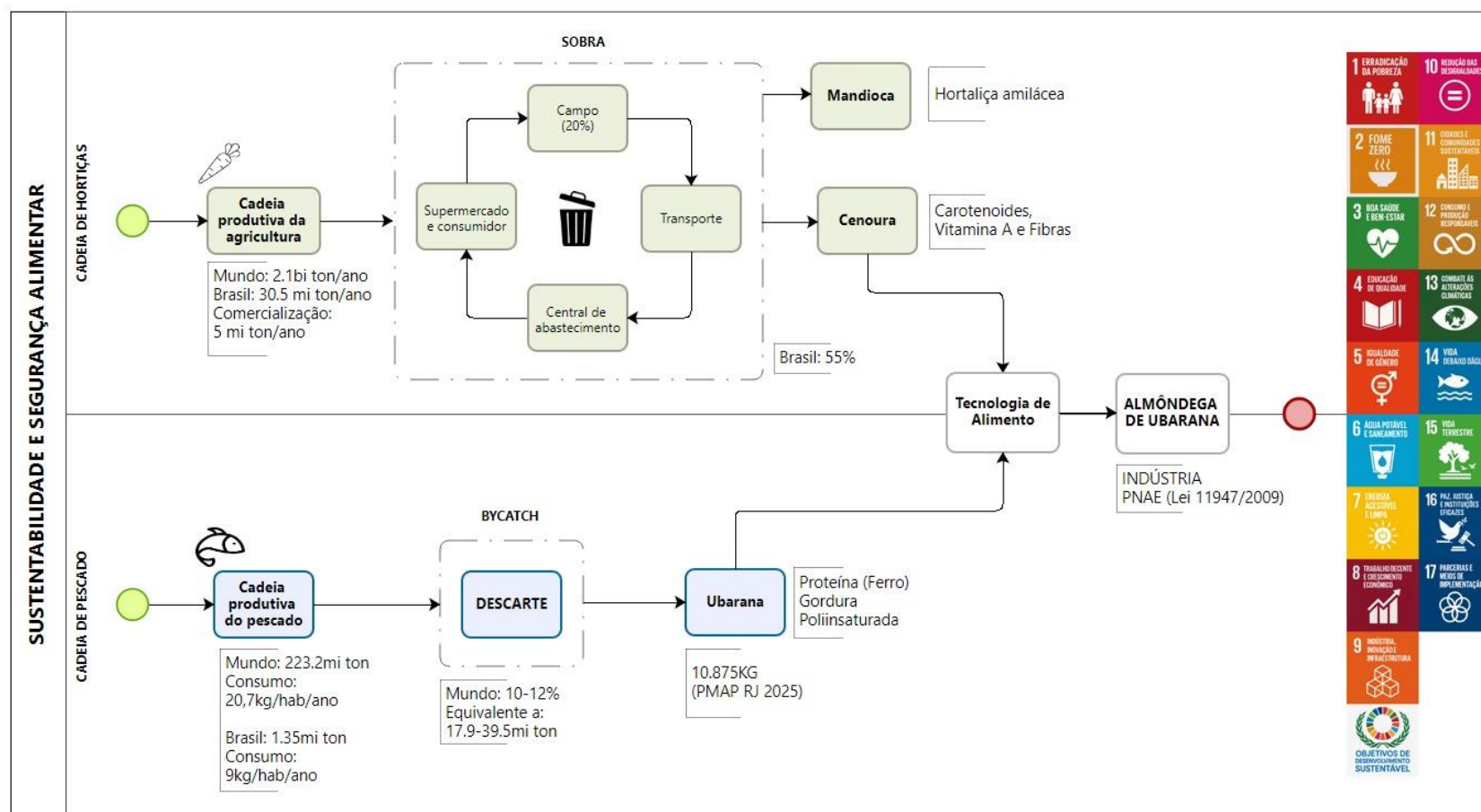


Figura 1. Fluxo de descrição da revisão bibliográfica

3.1 Pescado *Bycatch* e o Potencial Tecnológica da Ubarana (*Albula vulpes*)

A cadeia produtiva do pescado desempenha papel estratégico na segurança alimentar, na geração de emprego e renda, na manutenção da cultura pesqueira e na promoção da sustentabilidade ambiental. Em razão de sua relevância socioeconômica e ecológica, esse setor integra as discussões da Agenda 2030, de maneira especial no Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 14. Vida na Água, voltado à conservação e ao uso sustentável dos recursos marinhos (ONU, 2015; Santos *et al.*, 2020; Brasil, 2022).

De acordo com a *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO, 2024), a produção mundial de pescado, considerando conjuntamente a pesca extrativa e a aquicultura, alcançou 223,2 milhões de toneladas em 2022.

Em meio a um cenário de projeções de aumento de consumo, algumas espécies de pescado mais visadas economicamente, tanto no mercado interno como no externo, encontram-se em sobrepesca. Associado a isto, é crescente o descarte das espécies oriundas da fauna acompanhante, classificadas como *Bycatch*. Porém, muitas destas espécies podem ser desembarcadas e utilizadas para a elaboração de produtos para o consumo humano (FAO, 2013a; Brasil, 2013).

O termo descarte ou rejeito refere-se às espécies integrantes da fauna acompanhante capturadas incidentalmente durante a atividade pesqueira que não são destinadas à comercialização nem ao aproveitamento. Parte dessas espécies é obrigatoriamente devolvida ao ambiente aquático em função de restrições legais, enquanto outras são descartadas por não apresentarem valor comercial ou interesse tecnológico. A ausência de viabilidade econômica e/ou de aplicações tecnológicas constitui um dos principais fatores determinantes para a prática do descarte (FAO, 2013a; Patrick; Benaka, 2013).

A captura incidental constitui um dos principais entraves à sustentabilidade das atividades globais de pesca, contribuindo de forma expressiva para o desperdício de recursos marinhos de elevado valor nutricional e econômico. Estimativas da FAO (2024) indicam que entre 10 % e 12 % da produção mundial de pescado não é destinada ao consumo humano direto. Em termos absolutos, essa agência reporta que entre 17,9 e 39,5 milhões de toneladas de pescado são rejeitadas anualmente nas pescas comerciais.

No contexto brasileiro, 67 % dos estoques pesqueiros avaliados apresentam-se em condição de sobrepesca ou próximos desse limite, intensificando os impactos da mortalidade acidental de espécies não alvo (Oceana, 2023).

Grande quantidade e variedade de espécies de pescado subutilizadas são capturadas acidentalmente como fauna acompanhante da captura do camarão-rosa-oceânico e do camarão sete-barbas. Vianna e Almeida (2005) avaliaram a ictiofauna acompanhante da captura do camarão-rosa-oceânico (*Farfantepenaeus brasiliensis* e *F. paulensis*) na costa sudeste do Brasil. Os autores verificaram que foram capturados 17.141 indivíduos acidentalmente, distribuídos em 38 famílias e 91 espécies. Também foi verificado que para cada 1 kg de camarão foram capturados 10,5 kg de peixes da ictiofauna acompanhante.

O estado do Rio de Janeiro possui em torno de 635 km de extensão litorânea, configurando uma das maiores linhas costeiras do território nacional (Fiperj, 2011), com 25 municípios costeiros, distribuídos ao longo de toda a faixa marítima estadual (Fiperj, 2013).

A Baía de Sepetiba, localizada entre as latitudes 22°55'–23°03' S e as longitudes 43°48'–44°02' W (Dhn, 2014–2015), apresenta configuração geomorfológica alongada, sendo delimitada ao norte e a leste pelo continente, ao sul pela Restinga da Marambaia e a oeste pela Baía da Ilha Grande. Possui área aproximada de 520 km² e é circundada por ecossistemas de elevada relevância ambiental, incluindo manguezais, bancos de areia e pequenas zonas estuarinas. A profundidade média é inferior a cinco metros, e suas águas são

caracterizadas por elevada disponibilidade de nutrientes, provenientes, principalmente da drenagem continental (Guedes; Araújo, 2008).

Nessa região localiza-se o antigo Porto de Sepetiba, atualmente denominado Porto de Itaguaí, que ocupa uma área aproximada de 10,4 milhões de metros quadrados no município de Itaguaí. Nos últimos anos, o complexo portuário passou por processos de ampliação e modernização, visando à adequação para a operação de pesca de embarcações de maior porte e tecnologia avançada (Inea, 2013).

Dentre as espécies de pescado capturadas na Baía de Sepetiba estão carapeba (*Diapterus spp.*), cocoroca (*Haemulon spp.*), pescada-bicuda (*Sphyraena tome*) e ubarana (*Albula vulpes*) (Pires, 2014; PMAP RJ, 2025). Estudos mais recentes sobre a composição da ictiofauna e das capturas na região indicam que espécies pertencentes à família Gerreidae, como as carapebas, apresentam participação relevante na pesca local, enquanto representantes da família Haemulidae, como as cocorocas, também figuram entre os grupos frequentes nas capturas. Dados recentes apontam que as cocorocas podem atingir cerca de 16,7% de frequência de ocorrência nas capturas, evidenciando sua importância relativa na pesca da Baía de Sepetiba (Souza, 2022).

Por outro lado, espécies como a pescada-bicuda (*Sphyraena spp.*) e a ubarana (*Albula vulpes*) apresentam baixa representatividade nas capturas, sendo geralmente classificadas como fauna acompanhante ou espécies secundárias dentro da atividade pesqueira regional, com ocorrência menos expressiva quando comparadas às espécies dominantes. Ainda assim, essas espécies são frequentemente registradas em estudos sobre aproveitamento tecnológico de pescado de baixo valor comercial, reforçando seu potencial de utilização industrial e nutricional (Euzebio, 2024).

A ubarana (*Albula vulpes*), pertence a uma das linhagens mais antigas de peixes marinhos. Sua classificação taxonômica detalhada posiciona-a como a espécie-tipo da família Albulidae, que integra a ordem Albuliformes. A hierarquia completa é a seguinte: Reino Animalia, Filo Chordata, Classe Actinopterygii, Superordem Elopomorpha, Ordem Albuliformes, Família Albulidae, Gênero *Albula*, e Espécie *A. vulpes*. O nome científico *Albula vulpes* foi descrito por Linnaeus em 1758 e, de forma interessante, deriva do latim, podendo ser traduzido como "raposa branca", uma provável alusão à sua cor prateada e a sua natureza imprevisível (Linnaeus, 1758).

Conhecida internacionalmente como "*Bonefish*", seu nome comum em inglês é uma referência direta à alta densidade de ossos finos presentes em sua carne, que é um dos principais desafios para o seu consumo (Linnaeus, 1758).

É uma espécie cosmopolita que habita águas tropicais. Pode atingir peso de até 10 kg e comprimento de até 104 cm. Sua coloração consiste em azul-esverdeado no dorso, com escamas prateadas brilhantes nas laterais e no ventre. Seu corpo é longo, fino e fusiforme e o focinho é cônico sem rodeios e se estende até a boca inferior. Sua alimentação consiste em vermes bentônicos, crustáceos e moluscos (Marinebio, 2013; Fishbase, 2015) (Figura 2).

Com relação à atividade reprodutiva, a desova ocorre durante todo o ano em águas profundas, onde as correntes dispersam os ovos e as larvas, que quando se desenvolvem em peixes de 5 cm, deslocam-se para próximo da costa, pois quando adultos habitam águas costeiras rasas, estuários e baías. São geralmente menos reprodutivamente ativos durante os meses mais quentes de verão (Marinebio, 2013; Fishbase, 2015b). O tempo mínimo de duplicação da população é estimado entre 1,4 e 4,4 anos. Esta espécie é uma das mais utilizadas mundialmente na pesca desportiva por apresentar grande resistência à pesca. Já com relação à alimentação humana, quase não é consumida devido à presença de pequenos ossos em sua musculatura (Marinebio, 2013; Fishbase, 2015b).

O "Projeto de Monitoramento da Atividade Pesqueira" no Estado do Rio de Janeiro (PMAP RJ), executado pela Fundação Instituto da Pesca do Estado do Rio de Janeiro (FIPERJ),

destacou no relatório de produção pesqueira da espécie Ubarana, que o peso total capturado nos anos de 2023 e 2024 foi de 10.875,20 kg (Pmap RJ, 2025). Porém, observa-se que uma fração relevante do pescado desembarcado é subutilizada, em virtude do baixo potencial de aceitação comercial associado à elevada presença de espinhas nas carcaças.

A ubarana apresenta composição centesimal semelhante aos descritos pela literatura para pescado de espécies de alto valor comercial (Gonçalves, 2011). Esta composição química do músculo do pescado varia entre espécies diferentes e entre indivíduos da mesma espécie, devido às diferenças de idade, sexo, do estado nutricional do pescado, bem como do ambiente e da estação do ano (Larsen *et al.*, 2011; FAO, 2013b). Os resultados para Ubarana obtidos por Pires (2015) foram de $74,70 \pm 2,60$ g.100g⁻¹ para umidade; $18,34 \pm 0,60$ g.100g⁻¹ para proteínas; $0,98 \pm 0,14$ g.100g⁻¹ para lipídios e $1,61 \pm 0,21$ g.100g⁻¹ para cinzas.

A água pode representar até 80% da porção comestível do pescado, sendo, portanto, o principal constituinte. Também é o constituinte que apresenta as maiores variações. Pode ser encontrada na forma livre ou ligada a proteínas e carboidratos, sendo esta denominada água de constituição (Gonçalves, 2011).

As proteínas musculares do pescado são classificadas, segundo sua solubilidade, em sarcoplasmáticas, miofibrilares, insolúveis e do estroma. As proteínas sarcoplasmáticas são predominantemente de natureza enzimática, enquanto as proteínas miofibrilares, como miosina, actina e tropomiosina, destacam-se por sua relevância tanto nutricional quanto tecnológica. As proteínas insolúveis estão associadas a estruturas como vasos sanguíneos e nervos, ao passo que as proteínas do estroma, representadas, principalmente, por colágeno e elastina, exercem papel determinante nas propriedades de textura do pescado (Gonçalves, 2011).

Os lipídios do pescado apresentam elevada variabilidade em função de fatores como estação do ano, dieta, temperatura e salinidade da água. Esses compostos classificam-se em lipídios neutros, responsáveis, principalmente, pela reserva energética, e lipídios polares, que integram a estrutura das membranas celulares, como fosfolipídios, glicolipídios e colesterol. De acordo com o teor lipídico, que pode variar de 0,2 % a 25 %, o pescado é classificado como magro, semigordo ou gordo. A ubarana é caracterizada como uma espécie magra semelhante a corvina e o atum. No entanto, este parâmetro pode sofrer variações ao longo do ano, de acordo com as condições do próprio pescado e do ambiente em que se encontra (Gonçalves, 2011).

Apresenta elevado teor de ácidos graxos poli-insaturados da série ω -3, especialmente EPA e DHA, associados à redução do risco de doenças cardiovasculares. Contudo, esses lipídios apresentam maior suscetibilidade à oxidação, o que pode comprometer a estabilidade e o processamento tecnológico dos produtos de pescado (Larsen *et al.*, 2011; FAO, 2013b).

Os principais sais minerais presentes no pescado são sódio, potássio, cálcio, magnésio, fósforo, cloro, enxofre, cobre, ferro, manganês, cobalto, alumínio, níquel, iodo, bromo, selênio e zinco. O pescado constitui uma fonte particularmente valiosa de cálcio e fósforo. Já o pescado de origem marinha, especificamente, constitui importante fonte de iodo (Gonçalves, 2011; Larsen *et al.*, 2011; FAO, 2013b).

Os principais carboidratos identificados incluem glicogênio, mucopolissacarídeos e açúcares livres (Larsen *et al.*, 2011; Gonçalves, 2011).

O perfil vitamínico do pescado é semelhante ao da carne de mamíferos, destacando-se a presença de vitaminas hidrossolúveis do complexo B, especialmente a vitamina B12, e vitaminas lipossolúveis, como A e D. (Larsen *et al.*, 2011; FAO, 2013b).

O aproveitamento da ubarana, pode constituir um modelo eficiente para a implementação de práticas de economia circular na cadeia produtiva da pesca. Essa abordagem demonstra a possibilidade de agregar valor à espécie de forma sustentável, por meio de sua utilização para a obtenção de coprodutos funcionais, simultaneamente à manutenção de seu papel ecológico nos ecossistemas aquáticos.

3.2 Carne Triturada de Pescado (CTP)

Espécies subutilizadas e aquelas oriundas da fauna acompanhante têm despertado o interesse mundial e da indústria de beneficiamento do pescado, com o objetivo de promover o seu aproveitamento tecnológico. A partir de tecnologias emergentes, como a de reestruturados, é possível o desenvolvimento de produtos com maior tempo de conservação, de fácil e rápido preparo, mais bem aceito pelo consumidor, ampliando o uso dessas espécies sem valor comercial ou subutilizadas (Da Silva Toledo, 2025; Estanech, 2018).

Porém, a principal limitação para a exploração da ubarana como produto de consumo não está associada a ausência de tecnologias viáveis e aplicáveis, mas a sua falta de padrão para a comercialização nas formas de apresentação tradicional, principalmente na forma de filés. A ubarana apresenta estrutura óssea intrincada e densa, com elevada quantidade de espinhas finas intramusculares, além de, carne de textura frágil e mole, o que dificulta a produção de filés inteiros e com rendimento adequado, como os de salmão (*Salmo salar*) ou tilápia (*Oreochromis niloticus*).

Mesmo em peixes recém capturados, com alto grau de frescor, a obtenção de filés com ou sem pele é tecnicamente desafiadora, pois a carne tende a desagregar durante a filetagem, resultando em baixo rendimento e um produto que não atende aos padrões de conformidade (Marinebio, 2013). No mercado internacional e nacional, as principais formas de comercialização do pescado mantem um mesmo padrão, concentrando a venda em peixes inteiros, refrigerado ou congelado, salgado e seco (bacalhau), enlatado ou defumado, sempre associadas a peixes de alta relevância econômica e com características morfológicas com potencial para o processamento (FAO, 2022 e 2024).

Assim, apesar do seu valor nutricional, as espécies da fauna acompanhante, como a ubarana, acabam não encontrando nicho de mercado, devido às limitações impostas por suas características morfológicas e à baixa adequação as formas tradicionais de apresentação do pescado (Pires, 2015; Estanech, 2018).

Nesse contexto, a obtenção de carne triturada de peixe (CTP), assim como é feito para a carne bovina, representa uma alternativa viável para o aproveitamento da ubarana. A CTP é o produto obtido por separação mecânica da fração muscular do peixe, a partir de uma única espécie ou de uma mistura de espécies com características sensoriais similares, após a remoção de partes não comestíveis, como cabeça, vísceras e espinhas (Gonçalves, 2011).

Durante o processo de moagem, as espinhas intramusculares são fragmentadas e incorporadas a polpa (produto), sendo fonte de cálcio. Essa técnica possibilita o aproveitamento integral de espécies de baixo valor comercial e resíduos do processamento, como as aparas da filetagem e o espinhaço, contribuindo para a redução de perdas e agregação de valor à cadeia produtiva (Pires, 2014; Pires, 2017).

Embora, o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem animal (RIISPOA) (Brasil, 2020), art. 338 defina que carne mecanicamente separada (CMS) de pescado é o produto congelado obtido de pescado, envolvendo o descabeçamento, a evisceração, a limpeza destes e a separação mecânica da carne das demais estruturas inerentes à espécie, como espinhas, ossos e pele, o conceito de CTP conforme descrito por Gonçalves (2011) é apresentado como uma técnica operacionalmente viável para a elaboração de formatados de ubarana, visto que, o uso de equipamentos como moedores elétricos, pode atender a demandas de sistemas de produção de pequena escala.

A CTP ou polpa de peixe apresenta alto teor proteico, boa capacidade de emulsificação e gelificação, sendo amplamente utilizada na formulação de produtos reestruturados, como almôndegas, hambúrgueres e salsichas de peixe (Pires *et al.*, 2017; Lustosa-Neto, 2011; Gonçalves, 2011; Freitas *et al.*, 2020; Silva, 2021).

3.3 Digestibilidade da Proteína

O estímulo ao consumo de alimentos de origem animal se dá devido à sua elevada densidade nutricional e ao fornecimento de nutrientes essenciais, como proteínas de alto valor biológico, vitamina B12, ferro, zinco e ácido fólico. As proteínas destacam-se por seu papel central no metabolismo humano, atuando na manutenção estrutural, na regeneração tecidual e na regulação de processos fisiológicos, além de participarem como catalisadores de reações bioquímicas por meio de enzimas e hormônios (Cozzolino, 2016).

As proteínas consistem em macromoléculas nitrogenadas formadas por cadeias de aminoácidos unidos por ligações peptídicas, cuja composição e organização estrutural determinam suas propriedades funcionais e nutricionais. A conformação tridimensional, resultante de diferentes níveis estruturais, influencia diretamente a estabilidade molecular, a funcionalidade tecnológica e a suscetibilidade à digestão enzimática (Bobbio; Bobbio, 2000; Fennema, 2009). Dessa forma, alterações na estrutura proteica, seja pela natureza da matéria-prima ou pelo processamento, podem impactar significativamente a eficiência de utilização metabólica das proteínas.

No caso das carnes, a fração comestível é predominantemente constituída por tecido muscular esquelético, organizado em fibras musculares envoltas por tecido conjuntivo, cuja composição exerce influência direta sobre as propriedades físico-químicas e a digestibilidade proteica (Pardi *et al.*, 1995).

A digestibilidade proteica constitui um dos principais indicadores do valor nutricional das proteínas, uma vez que expressa a eficiência da hidrólise enzimática e da subsequente absorção dos produtos da digestão ao longo do trato gastrointestinal. Proteínas com elevada digestibilidade resultam em maior disponibilidade de aminoácidos para os processos metabólicos, enquanto falhas na hidrólise podem levar à excreção ou fermentação proteica no intestino grosso, reduzindo o aproveitamento nutricional (Sgarbieri, 1996; Cozzolino, 2016). Nesse contexto, proteínas de origem animal, apresentam, de modo geral, elevados coeficientes de digestibilidade, frequentemente variando entre 90 e 100%, o que reforça sua relevância nutricional na dieta humana (Ravindran; Briden, 1999). Embora os métodos de cocção desempenhem papel relevante na facilitação da digestão, quando aplicados de forma inadequada podem ocasionar perdas na digestibilidade proteica (Betoret, 2011).

3.4 Formatados de Peixe

Considera-se resíduo todo material gerado ao longo das etapas de produção, processamento ou consumo que não é aproveitado em função de limitações tecnológicas, econômicas ou mercadológicas e que, por não apresentar valor de uso ou de mercado imediato, pode ocasionar impactos ambientais negativos quando manejado de forma inadequada (Rebouças *et al.*, 2012b; Pires, 2014).

As espécies de pescado marinho *bycatch*, e subprodutos (resíduos sólidos) oriundos do processamento do pescado apresentam valor nutritivo, principalmente, proteínas de alto valor biológico, porém tem sido direcionado para elaboração de produtos de baixo valor agregado, como a farinha e o óleo de peixe, ração animal e fertilizantes. Porém, inovações tecnológicas no setor pesqueiro têm possibilitado o aproveitamento dessas espécies descartadas e dos resíduos para o desenvolvimento de formatados de pescado, que permitem a elaboração de coprodutos diversificados, de valor agregado para promover um maior consumo de pescado (Pires *et al.*, 2013; Pires *et al.*, 2014; Pires *et al.*, 2017; Ribeiro *et al.*, 2020).

Os produtos formatados também chamados de formados são produzidos a partir de polpas ou massas de pescado moldados em equipamentos denominados formadoras que

utilizam placas com desenhos geométricos. Esses produtos podem ser classificados conforme a sua forma e apresentação, incluindo hambúrguer ou *fishburger* (forma de disco), nuggets (em forma de pequeno disco estufado nas laterais), *stick* (forma de palitos retangulares), almôndegas ou *fishball* (forma de esferas), croquetes (forma tubular), quibes (forma oval) e multiformas (forma de desenhos de bonecos e figuras com apelo infantil, como por exemplo, peixes, estrelas-do-mar, dentre outros) (Lustosa-Neto; Gonçalves, 2011).

Vários estudos têm relatado a viabilidade nutricional e tecnológica dos produtos formatados de pescado, elaborados a partir da carne triturada do pescado (CTP) ou da carne mecanicamente separada (CMS), associados a outros ingredientes. Entre os produtos relatados na literatura, temos nuggets da pescada amarela (Bordignon, 2022); mortadela defumada preparada com CMS de tilápia-do-Nilo e fibra de trigo (Oliveira *et al.* 2015); empanados de pescada amarela enriquecida com fibra de maracujá (Moura, 2014); Hamburguer de CTP de ubarana (*Albula vulpes*) adicionado de fécula de mandioca (Pires, 2015); Hamburguer de CMS de Tilápia do Nilo adicionado de fécula de mandioca e enzima transglutaminase (Pinto, 2017); Patê funcional elaborado com CMS de pescada-bicuda (*Sphyraena tome*) (Estanech *et al.*, 2020); Salsichas adicionada de farinha de abacaxi elaborada com CMS de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (Freitas *et al.*, 2020); Salsicha adicionada de farinha da casca de uva elaborada com CMS de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) (Silva, 2023).

De acordo com a legislação, o RIISPOA, em seu art. 332. define como produtos comestíveis de pescado aqueles elaborados a partir de pescado inteiro ou de parte dele, aptos para o consumo humano, desde que. contenham mais de cinquenta por cento de pescado em sua composição (Brasil, 2020).

No Brasil ainda não existe regulamento técnico de identidade e qualidade (RTIQ) específico para almôndega de pescado. No entanto, a Instrução Normativa SDA /MAPA nº 20, de 31 de julho de 2000 (Brasil, 2000) define a almôndega, como produto cárneo industrializado obtido a partir da carne moída de uma ou mais espécies de animais de açougue, moldada na forma arredondada, adicionada de ingredientes e submetido ao processo tecnológico adequado, tem sido empregada como referência técnica para a elaboração e caracterização desse produto (Brasil, 2000)

Os formatados, como almôndega de peixe oferecem vantagens importantes, como maior praticidade no preparo, redução de perdas com melhor aproveitamento da fração muscular e maior aceitação pelo consumidor atributos alinhados as tendências de mercado, ou seja, produtos convenientes e nutritivos. A adição de ingredientes, como a cenoura, tende a agregar valor ao formatado (Rengifo *et al.*, 2024).

3.5 Cenoura (*Daucus carota L.*)

A cenoura (*Daucus carota L.*) pertence à família Apiaceae e ordem Apiales, é a principal hortaliça de raiz em termos de valor econômico (Carvalho *et al.*, 2018). Possui cerca de 250 gêneros e mais 2.500 espécies distribuídas, principalmente em regiões de clima temperado e subtropical, mas também ocorrem em regiões de climas tropicais de altitude e mediterrâneos (Krauspenhar, 2025).

É uma hortaliça do tipo raiz tuberosa com características de planta herbácea, com formato alongado e reto, de coloração alaranjada. Possui caule inserido no ponto de inserção das folhas e que durante sua floração emite diversas flores no tom esbranquiçadas juntadas em umbelas compostas. Na família das hortaliças é classificada como sendo um legume, devido a sua parte comestível ser a raiz (Filgueira, 2008).

As raízes podem variar de 5 a 50 cm podendo alcançar diâmetros de 1 a 10 cm

(Krauspenhar, 2025). A planta apresenta um caule extremamente reduzido, localizado no ponto de inserção das folhas. Na floração, são produzidas numerosas flores de coloração esbranquiçada, característica típica da família Apiaceae. (Que *et al.*, 2019).

A produção mundial de cenoura alcançou aproximadamente 46,3 milhões de toneladas em 2023, com a China destacando-se como principal produtora, responsável por cerca de 21 milhões de toneladas, seguida por países da Ásia Central, Europa Oriental e Estados Unidos. Esses dados evidenciam a relevância global da cenoura tanto do ponto de vista econômico quanto nutricional (Krauspenhar, 2025). No Brasil, a produção anual é estimada entre 760 mil e 900 mil toneladas, distribuídas principalmente entre as regiões Sudeste e Sul, com destaque para Minas Gerais, São Paulo e Paraná (Embrapa, 2022; Agro Estadão, 2025). Na visão socioeconômica e no agronegócio, a cenoura se destaca sendo a 4ª hortaliça mais consumida no Brasil (HfBrasil, 2021; Cardoso, 2024), compondo uma importante fonte de vitaminas, minerais e fibras na dieta cotidiana (IBGE, 2025).

Entretanto, o elevado volume de produção e consumo da cenoura está associado a relevante problemática relacionada ao descarte pós-colheita. Apesar de seu expressivo valor econômico, estima-se que aproximadamente 20% das raízes produzidas sejam rejeitadas comercialmente em razão de imperfeições morfológicas, como alterações no formato, ainda que permaneçam plenamente aptas ao consumo humano. Esse cenário evidencia perdas significativas ao longo da cadeia produtiva, configurando desperdício de alimento e de recursos, além de impactos econômicos e ambientais (HfBrasil, 2021).

Do ponto de vista nutricional, é rica em vitaminas, como complexo B e K, e minerais, principalmente cálcio, potássio, fósforo e fibras alimentares. Se destaca também, como uma das principais fontes vegetais de carotenoides provitamina A, especialmente β -caroteno e α -caroteno, compostos precursores do retinol biologicamente ativo no organismo humano (Ombódi *et al.*, 2014; Shigematsu, 2025), responsável por uma série de benefícios à saúde como, o melhoramento da função gastrointestinal, prevenção de doenças cardiovasculares, e o combate a neoplasias (Carvalho *et al.*, 2018).

Variações na concentração nutricional decorrem da diferença de cultivares, clima e composição do solo (Damodaran; Parkin; Fennema, 2010). Por esta razão, a variação na composição química da cenoura em g por 100g, gira em torno de: umidade 88,20 a 95,55; proteínas 0,44 a 1,3; lipídios 0,19 a 0,50; cinzas 0,3 a 0,99; carboidratos 3,51 a 9,70, sendo que 1,0 a 3,32 destes carboidratos representam fibra alimentar. Para minerais, 0,6 a 0,7 mg/100g de ferro; 26 a 36 mg/100g de fósforo e 26 a 37 mg/100g de cálcio (Taco, 2011).

A utilização da cenoura na forma de farinha em produtos formatados de pescado apresenta potencial nutricional e tecnológico, contribuindo para a capacidade de retenção de água, estabilidade estrutural e melhoria da textura, em função do seu teor de fibras e carboidratos (Engel *et al.*, 2016).

De acordo com a Resolução RDC nº 263/2005 da ANVISA, farinhas são produtos obtidos de partes comestíveis de vegetais por moagem ou outros processos tecnológicos seguros, devendo apresentar teor de umidade inferior a 15% (Brasil, 2005). Os padrões físico-químicos variam conforme a matéria-prima, sendo que a farinha de trigo possui limite máximo de 2,50 % de cinzas (Brasil, 2005a), enquanto algumas farinhas vegetais podem apresentar até 6% (Brasil, 1978).

Os parâmetros de obtenção de farinhas vegetais dependem da matéria-prima e das condições de processamento, destacando-se temperatura, tempo de secagem e dimensão das partículas, fatores que influenciam o teor de umidade e a atividade de água, com impacto direto na estabilidade e conservação do produto (Engel *et al.*, 2016).

Nesse contexto, a indústria alimentícia tem ampliado o uso de farinhas provenientes de vegetais fora do padrão comercial, agregando valor a matérias-primas subutilizadas (Engel *et al.*, 2016).

A farinha de cenoura tem sido aplicada em diferentes produtos, como biscoitos salgados (Santos *et al.*, 2017), patês de frango (Grando *et al.*, 2016), barras de cereais (Medeiros *et al.*, 2011) e bolos (Moura *et al.*, 2010), evidenciando sua versatilidade tecnológica.

A secagem, operação unitária fundamental na obtenção de farinhas, baseia-se em princípios de transferência de calor e massa e pode ocasionar alterações estruturais e redução da qualidade quando comparada ao produto *in natura*, devido ao encolhimento da matriz sólida e à degradação térmica (Matos, 2015). Entre as principais alterações destacam-se mudanças de textura, gelatinização do amido, perdas de compostos voláteis, alterações de cor e redução do valor nutricional (Matos, 2015). O processo pode ocorrer por convecção, condução, radiação ou métodos dielétricos, como micro-ondas e radiofrequência, sendo que, na maioria dos métodos, o calor é transferido da superfície para o interior do material, promovendo a evaporação e remoção da água (Leite, 2018; Silva *et al.*, 2021).

As condições de secagem influenciam propriedades funcionais da farinha, como granulometria, higroscopicidade e capacidade de reidratação, características relevantes para aplicação em produtos cárneos reestruturados (Matos, 2015). No caso da cenoura, busca-se obter produto seco com cor homogênea, elevada concentração de sólidos, ausência de fibras endurecidas e alta capacidade de reidratação, priorizando-se raízes maiores, maduras e com maior teor de sólidos solúveis (Jerônimo, 2013). Entretanto, os carotenoides podem ser degradados durante a secagem, inclusive em métodos não térmicos, sendo que temperaturas elevadas e maior área de exposição ao calor intensificam perdas por auto-oxidação (Saini; Nile; Park, 2015).

Sob a perspectiva tecnológica e sustentável, a cenoura apresenta elevado potencial de aplicação em produtos processados, em razão de seu perfil nutricional, presença de compostos bioativos, cor atrativa e versatilidade funcional, podendo ser utilizada *in natura* ou processada em farinhas, extratos e diferentes formulações alimentícias. Estudos recentes evidenciaram sua viabilidade como ingrediente em formulações alimentícias contribuindo para o desenvolvimento de coprodutos com potencial valor agregado e inovação tecnológica na indústria de pescados (Da Silva Toledo, 2025).

3.6 Carotenoides

De acordo com a norma que substituiu a RDC 02/2002 (especialmente a RDC 243/2018 e a IN 28/2018) da ANVISA, substâncias bioativas são nutrientes ou não nutrientes que têm ação metabólica ou fisiológica específica no organismo, os carotenoides são definidos como substâncias bioativas, esta norma estabelece que sua identificação deve conter o nome da fonte de qual a substância foi extraída, a forma de apresentação do produto, bem como incluir os nutrientes e os não nutrientes com ação metabólica ou fisiológica específica (Brasil, 2018).

Os carotenoides constituem uma classe de pigmentos naturais lipossolúveis responsáveis pelas cores vermelho, laranja e amarelo, pertencentes ao grupo dos tetraterpenos, formados por 40 átomos de carbono derivados de unidades de isopreno. Estão presentes naturalmente no reino animal e vegetal, sendo produzidos por organismos fotossintéticos, como plantas, algas e cianobactérias. No entanto, os animais os obtêm através da dieta (Maoka, 2020).

Estima-se que existam mais de 700 tipos de carotenoides, incluindo os carotenos, constituídos exclusivamente por carbono e hidrogênio, (β -caroteno, α -caroteno e licopeno) e xantofilas, que apresentam grupos oxigenados em sua estrutura (luteína e zeaxantina, β -criptoxantina e astaxantina). Essa conformação estrutural confere aos carotenoides elevada

capacidade antioxidante, permitindo a neutralização de espécies reativas de oxigênio e a proteção contra danos oxidativos em sistemas biológicos. Ademais, em matrizes cárneas contendo lipídeos, como coprodutos de peixe, a presença de carotenoides pode contribuir não apenas para a coloração, mas também para a estabilidade oxidativa, para a manutenção da qualidade e aceitação do produto (Ngamwonglumlert *et al.*, 2020).

3.7 β -caroteno e Vitamina A

O β -caroteno é um dos principais representantes do grupo dos carotenos, apresentando fórmula molecular $C_{40}H_{56}$ e estrutura simétrica composta por uma cadeia poliênica central com onze ligações duplas conjugadas e dois anéis β -ionona nas extremidades. Essa configuração molecular confere elevada estabilidade eletrônica, intensa coloração alaranjada e elevada afinidade por sistemas lipídicos (Figura 2).

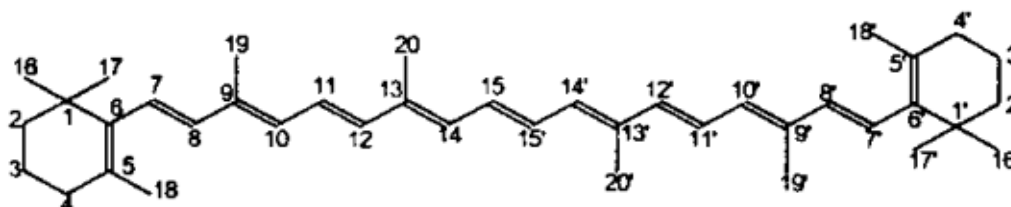


Figura 2. Estrutura química do β -caroteno

Fonte: Rodriguez-Amaya (2001).

Do ponto de vista funcional, destaca-se por sua atividade antioxidante e por atuar como precursor da vitamina A, uma vez que sua clivagem enzimática no organismo humano resulta na formação de retinal. Em função dessas propriedades químicas e biológicas, os carotenoides, especialmente o β -caroteno, desempenham papel relevante na nutrição humana e no desenvolvimento de alimentos funcionais (Shigematsu, 2025).

O sistema de conjugado ligações duplas atribui a esses pigmentos alta reatividade química que podem ser facilmente isomerizados e oxidados. Seu esqueleto básico e simétrico pode sofrer alterações ao sofrer hidrogenação, desidrogenação, ciclização e oxidação, permitindo ampla gama de compostos (Shigematsu, 2025). São lipofílicos, apresentam moderada estabilidade ao calor e sujeitos a perdas por oxidação. Além disso, podem ser isomerados, para a forma *cis* ou *trans*, na presença de calor, ácido e luz. A fotoproteção dos carotenoides decorre da sua capacidade de desativação ou inativação de espécies reativas de oxigênio, formadas pela exposição à luz e ao oxigênio (Damodaran; Parkin; Fennema, 2010).

Em saúde, destacam-se pela ação antioxidante, anti-inflamatório, anticâncer (Carnauba *et al.*, 2022), anti-tuberculose, antimicrobiano, reforço da imunidade e ação protetora UV (Choi *et al.*, 2025; Bhatt; Patel, 2020). Além de ter um efeito protetor contra doenças cardiovasculares, oftálmicas e neurodegenerativas, diabetes e problemas de síndromes metabólicas (Arunkumar *et al.*, 2020).

O β -caroteno sofre clivagem pela ação da enzima 15-15' β -caroteno dioxigenase. O produto resultante é retinal, que pode ser reversivelmente convertido em retinol (vitamina A) e irreversivelmente ao ácido retinóico. O ácido retinóico (AR) é gerado na retina durante o desenvolvimento do olho. O retinol é convertido em retinaldeído pelo retinol desidrogenase 10 (RDH10) e depois para AR pelas três retinaldeído desidrogenases (ALDH1A1, ALDH1A2 e ALDH1A3). O AR é necessário para uma maior morfogênese da óptica copo e mesênquima perióptico circundante (Duester, 2022).

Além disso, os retinóis *all-trans* são formados nos segmentos externos dos fotorreceptores do cone humano, o que leva a uma regeneração mais rápida de pigmento de cone visual, daí a sua significativa importância para a saúde ocular (Milliken *et al.*, 2018).

Do ponto de vista estrutural, para que um carotenoide seja classificado como pró-vitamina A, é necessário que possua um anel β não substituído ligado a uma cadeia poliênica de 11 carbonos. Nessa perspectiva, destaca-se como o composto de maior relevância dietética, apresentando 100 % de atividade pró-vitamina A, além de ampla ocorrência em alimentos de origem vegetal (Rodríguez-Amaya, 2001). A contribuição dos carotenoides pró-vitamina A na ingestão diária de vitamina A depende dos hábitos alimentares e das fontes de alimentos disponíveis. Estima-se que os carotenoides presentes em frutas e vegetais correspondam a mais de 70 % da ingestão de vitamina A em países do terceiro mundo (Stahl e Sies, 2005). Entretanto, a ingestão deve ser corrigida em bioequivalência, avaliando qual porção do carotenoide pró-vitamina A ingerido é absorvida, clivada, reduzida e finalmente disponível como retinol ou éster retinil (Van Het Hof *et al.*, 2000).

Conforme os parâmetros definidos pela WHO (2020), 100 g de cenoura crua com atividade pró-vitamina A de 606,42 $\mu\text{g RE}/100\text{ g}$ pode suprir cerca de 60 % da ingestão diária recomendada de vitamina A para adultos (700–900 $\mu\text{g RE}/\text{dia}$).

Entretanto, apesar da disponibilidade de alimentos ricos em carotenoides, como a cenoura, a ingestão média desses compostos pela população brasileira é insuficiente (aproximadamente 1.782 $\mu\text{g}/\text{dia}$) ao intervalo considerado nutricionalmente adequado, que varia entre 9.000 e 18.000 $\mu\text{g}/\text{dia}$, segundo Carnauba (2022). O estudo também evidenciou relação direta entre renda e consumo de compostos bioativos, incluindo os carotenoides, o que demonstra desigualdades socioeconômicas no acesso a alimentos fontes desses micronutrientes.

Além disso, um fator adicional que contribui para a deficiência de vitamina A e compromete a sustentabilidade da cadeia produtiva é a rejeição comercial de cenouras por critérios estéticos, resultando em descarte aproximado de 20% da produção nacional (Carvalho *et al.*, 2018). Essa prática reforça a necessidade de estratégias voltadas ao aproveitamento de produtos não padronizados comercialmente, que mantêm elevado teor nutricional e podem representar uma alternativa viável para reduzir perdas e ampliar o consumo de carotenoides pela população.

Segundo o Ministério da Saúde (Costa, 2023), a baixa ingestão destes componentes enseja quadros de hipovitaminose A, ainda prevalentes no país, sobretudo em grupos vulneráveis, como crianças (10% em menores de cinco anos), gestantes e populações de baixa renda. Diante desse cenário, a cenoura destaca-se como um alimento estratégico para políticas públicas de nutrição e segurança alimentar, podendo contribuir para a redução da deficiência de vitamina A e para o aumento da ingestão de carotenoides na dieta.

3.8 Bioacessibilidade e Biodisponibilidade: carotenoides

A bioacessibilidade refere-se à fração de um nutriente ou composto bioativo que é liberada da matriz alimentar durante o processo digestivo e que se encontra disponível para absorção no intestino, sendo influenciada pela estrutura do alimento, pelo processamento e pelas interações entre os componentes da dieta (Parada; Aguilera, 2007; Carbonell-Capella *et al.*, 2016; Thakur *et al.*, 2020). Assim, a simples presença de um nutriente no alimento não garante sua utilização pelo organismo, uma vez que somente a fração bioacessível poderá ser potencialmente absorvida.

A bioacessibilidade é geralmente avaliada por procedimentos de digestão *in vitro*, que simula a digestão gástrica e do intestino delgado (Thakur *et al.*, 2020). Porém, não pode ser

medida em sua totalidade, uma vez que cada individualidade, em sua individualidade metabólica, expressa condições singular na absorção dos nutrientes. Fatores como: estado nutricional, idade, genótipo, doenças infecciosas crônicas e agudas, secreção de ácido clorídrico e/ou fatores intrínsecos etc., fatores estes impossíveis de fatorar em ensaios *in vitro* (Etcheverry; Grusak; Fleige, 2012).

O método de bioacessibilidade *in vitro* é útil para fornecer conhecimento sobre possíveis interações entre nutrientes e/ou componentes alimentares, sobre os efeitos de fatores fluentes (incluindo ação das enzimas digestivas), das preparações de alimentos e a natureza das práticas de processamento da matriz alimentar (Etcheverry; Grusak; Fleige, 2012).

A biodisponibilidade, por sua vez, corresponde à proporção do nutriente ou composto bioativo que, além de ser bioacessível, é efetivamente absorvida no trato gastrointestinal, transportada pela corrente sanguínea e utilizada nos tecidos-alvo para exercer suas funções metabólicas e fisiológicas (Holst; Williamson, 2008).

Dessa forma, a bioacessibilidade é considerada uma etapa prévia e necessária, mas não suficiente, para que a biodisponibilidade ocorra. Já a bioatividade diz respeito à capacidade de um nutriente ou composto bioativo, após sua absorção e metabolização, de exercer efeitos biológicos benéficos no organismo, tais como ação antioxidante, anti-inflamatória ou moduladora de processos metabólicos, contribuindo para a prevenção de doenças crônicas não transmissíveis (Saura-Calixto, 2012; Etcheberria *et al.*, 2014).

Nesse contexto, um composto pode apresentar elevada biodisponibilidade, mas baixa bioatividade, caso não interaja de forma significativa com os mecanismos fisiológicos do organismo.

Estudos mostram que, a biodisponibilidade da vitamina A varia, sendo a eficiência de absorção de vitamina A pré-formada alta, variando entre 70 e 90 %. Já os carotenoides possuem uma eficiência de absorção menor, em torno de 20 a 50 %. Após a ingestão de fontes alimentares de vitamina A estes compostos são incorporadas as micelas para serem absorvidos pelos enterócitos. Em seguida, são incorporados aos quilomicrons e transportados via sistema linfático à circulação sistêmica e fígado (Barber *et al.*, 2014).

O valor biológico relativo dessas várias substâncias precursoras de vitamina A é comumente expresso em unidades internacionais (UI) de atividade de retinol: 1 UI equivale a 0,3 µg de retinol, 0,55 µg de palmitato de retinil, 3,6 µg de β-caroteno e 7,2 µg de outros carotenoides (Ramalho, 2017).

O fígado é o principal órgão responsável pelo armazenamento, metabolismo e distribuição da vitamina A para os tecidos periféricos. Para que ocorra a transferência do retinol para outros tecidos, é necessário à sua ligação à proteína ligadora de retinol (RBP). Estando na circulação sanguínea, o retinol é retirado pelas células-alvo através de receptores específicos para vitamina A (Barber *et al.*, 2014).

Porém, antes de exercer a ação bioativa, os carotenoides precisam atingir os locais de ação no corpo humano. Logo, os dados de perfil e de atividade bioativa devem ser complementados com informações sobre bioacessibilidade e biodisponibilidade dessas estruturas (Thakur *et al.*, 2020).

Deste modo, para que tais compostos forneçam seus benefícios ao organismo humano, é necessário que estejam biodisponíveis, sendo efetivamente absorvidos pelo intestino e que migrem através da corrente sanguínea, chegando aos tecidos-alvos. A biodisponibilidade engloba os mecanismos de digestão e absorção gastrointestinais, o metabolismo, ou seja, a distribuição dos compostos da dieta ou seus metabólitos até os tecidos onde serão armazenados ou prontamente utilizados (Thakur *et al.*, 2020).

3.9 Extração e Fatores Interferentes: carotenoides

A determinação da fração biodisponível fornece significativas informações a respeito da dosagem recomendada de cada composto e a fonte alimentar correspondente, de maneira a garantir a adequada eficácia nutricional (Fernández-García; Carvajal-Lérida; Pérez-Gálvez, 2009). Assim, ao longo das últimas duas décadas, várias técnicas para simular os eventos fisiológicos e físico-químicos envolvidos no processo digestivo têm sido desenvolvidas, sendo crucial expor a matriz alimentar a cada etapa da digestão, respeitando-se o tempo de trânsito intestinal, o pH, as enzimas envolvidas no processo e os movimentos peristálticos (Guerra *et al.*, 2012).

Fatores dietéticos (concentração de lipídeos, proteínas e fibras), conteúdo e tipo de carotenoides, localização do carotenoide no tecido vegetal, interações entre carotenoides, tamanho de partícula de alimento, tratamento térmico, e características do sujeito podem influenciar na bioacessibilidade e biodisponibilidade de carotenoides. Portanto, mesmo quando estes compostos estão em quantidades relevantes, sua utilização pode ser insatisfatória (Priyadarshani, 2017).

As técnicas mais antigas de extração de compostos consistem na simples maceração do alimento em contato com um solvente (água, álcool, óleo etc.), que é escolhido, por semelhança de polaridade e cinética de interação com a matriz alimentar. Já as técnicas mais recentes utilizam equipamentos simples como banho de ultrassom, vórtex e centrífuga até mais sofisticados como extratores com micro-ondas e sondas de ultrassom, por exemplo. Em todos os casos, é natural que o solvente desempenhe o papel mais importante nestes procedimentos de extração, devido à sua alta seletividade (Lefebvre *et al.*, 2021).

Porém, outros fatores podem influenciar no rendimento do extrato, como a relação entre a massa do produto e o volume do solvente, número de etapas, e pH (Dorta; Lobo; González, 2013).

O β -caroteno é utilizado tanto na indústria farmacêutica como na indústria de alimentos onde é utilizado como corante na margarina, manteiga, queijos, carnes e macarrão, com a intenção de torná-los mais atraentes (Baruffaldi *et al.*, 1983). A crença das pessoas de que os corantes de origem natural fazem bem a saúde também tem aumentado o seu consumo (Mesquita *et al.*, 2017). Por esta razão, tais corantes têm sido usados não apenas para dar cor aos alimentos industrializados, mas também por adicionar valor nutricional.

3.10 Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) destaca-se como matéria-prima de ampla disponibilidade, baixo custo e relevantes propriedades tecnofuncionais, sendo a fécula amplamente utilizada na elaboração de coprodutos de pescado, tipo *nuggets* e hambúrgueres, como alternativa sustentável e economicamente viável (Santos *et al.*, 2021; Souza *et al.*, 2022).

A fécula, também conhecida como polvilho doce, é um polissacarídeo composto por amilose e amilopectina, obtido por processamento industrial das raízes (EMBRAPA, 2023; Tironi *et al.*, 2015). Sua composição é predominantemente rica em carboidratos, contribuindo para o valor energético dos produtos (HOLLAND *et al.*, 2015; TACO, 2011).

Além disso, apresenta propriedades tecnológicas importantes, como alta viscosidade, capacidade de gelatinização e resistência térmica, sendo amplamente aplicada como agente espessante, estabilizante e texturizante na indústria de alimentos (Aplevicz; Demiate, 2007).

3.11 Almôndega de Peixe Nutricional e Exigências do PNAE

A alimentação saudável é determinante para o adequado crescimento e desenvolvimento infantil. Ademais, evidências indicam que a qualidade da alimentação está diretamente associada ao desempenho cognitivo, à regulação emocional e às interações sociais na infância, influenciando de forma significativa o bem-estar global da criança. (Einloft *et al.*, 2018).

A alimentação escolar compreende todos os alimentos disponibilizados ao estudante durante o período letivo, com a finalidade de suprir parte das necessidades energéticas e nutricionais diárias, favorecendo crescimento, desenvolvimento e manutenção do estado nutricional adequado (Silva *et al.*, 2017).

O Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), administrado pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), e vinculado ao Ministério da Educação, é um dos programas mais antigos do governo brasileiro voltados para a segurança alimentar e nutricional (SAN), reconhecido como um dos mais abrangentes do mundo no que diz respeito ao fornecimento de refeições de forma universal (Brasil, 2015).

O FNDE através da Resolução nº 6 de 2020, atualiza as normas para a execução do PNAE. A nova resolução continua vinculada à lei nº 11.947/2009 e, em razão da permanência de carências nutricionais endêmicas no Brasil (hipovitaminose A e anemia ferropriva), o que constitui problema de saúde pública, foi incluído obrigatoriamente alimentos fonte de ferro heme (carnes, vísceras, aves e peixes) pelo menos 4 dias por semana, e de alimentos fontes de vitamina A, pelo menos 3 dias por semana (Brasil, 2020).

Entende-se como alimento fonte de vitaminas e minerais aquele que apresenta no mínimo 15% da Ingestão Dietética de Referência (IDR) por 100g ou ml (Anvisa, 2020).

A deficiência de ferro é o principal fator que resulta nos altos índices de anemia, decorrente das reservas insuficientes desse mineral, podendo causar retardo do desenvolvimento infantil, comprometimento da imunidade celular e diminuição da capacidade intelectual (Assunção, 2007). No período da primeira infância o problema é aumentado pela ocorrência de erros alimentares (Rodrigues, 2020).

Dentre esses erros, se encontra o desmame precoce quanto ao leite materno, sendo substituído por alimentos com carências de ferro que podem desencadear o início da falta deste mineral tão importante quanto o folato, vitamina B12 ou vitamina A e ácido fólico (Reis, 2020).

A deficiência de vitamina A ainda é um relevante problema de saúde pública em crianças, além de causar imobilização de ferro, causa hipovitaminose A, cegueira noturna e nutricional irreversível, levando a morbidade e mortalidade infantil (Paiva, 2006).

A indústria de alimentos tem buscado produtos inovadores que atendam a demanda de saúde, devido a existirem dos variados nichos de carência, como o público infantil. Além do papel nutricional já conhecido, novos compostos bioativos com propriedades funcionais têm sido estudados (Rengifo *et al.*, 2024).

Ademais, o produto formatado, tipo almôndega, apresenta facilidade no armazenamento, no preparo, no porcionamento e boa aceitação cultural pelo público infantil (Jaziri *et al.*, 2023).

A adição de ingredientes como orégano desidratado, alho em pó, cebola em pó e sal em produtos reestruturados de pescado promove benefícios tecnológicos, sensoriais e funcionais relevantes. Esses ingredientes atuam como realçadores de sabor e aroma, aumentando a aceitabilidade do produto, além de contribuírem para a estabilidade e conservação, devido à presença de compostos bioativos com ação antioxidante e antimicrobiana. Por esta razão, tem valor relevante para a tecnologia de alimentos (Al-habsi *et al.*, 2025).

O orégano, por exemplo, é rico em compostos fenólicos com elevada atividade antioxidante, auxiliando na redução da oxidação lipídica em produtos de pescado, enquanto o alho apresenta compostos organossulfurados, como a alicina, associados a efeitos antioxidantes, antimicrobianos e imunomoduladores (Verma *et al.*, 2023; Al-habsi *et al.*, 2025). Ingredientes como cebola e alho também contribuem para o aumento da vida útil e segurança microbiológica dos alimentos, atuando como conservantes naturais (Rana *et al.*, 2023). O sal, por sua vez, desempenha papel fundamental na conservação, textura e desenvolvimento de sabor, além de favorecer processos tecnológicos como a retenção de água e a estabilidade da matriz proteica (Cha; Yu, 2024).

Dessa forma, a incorporação desses ingredientes agrega valor aos produtos de pescado, promovendo melhorias na qualidade sensorial, funcional e na vida de prateleira. Nesse contexto, objetiva-se, por delineamento de misturas, avaliar os efeitos da adição de fécula de mandioca, e farinha de cenouras descartadas nas propriedades físico-químicas e tecnológicas das almôndegas de ubarana, para isso foi utilizada a metodologia que segue.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Ubarana: obtenção e preparação das amostras

As ubaranas foram cedidas por pescadores artesanais da Associação de Pescadores e Maricultores da Ilha da Marambaia (APMIM) da Baía de Sepetiba localizada no município de Mangaratiba, Rio de Janeiro. Foram capturadas, como fauna acompanhante quando da pesca de corvina, na região do Baixo Grande, lajeado da Alagada, próximo a Restinga da Marambaia, litoral sul do estado do Rio de Janeiro, Brasil (23°03'22" S; 43°42'53" W). em fevereiro de 2025 (Figura 3).

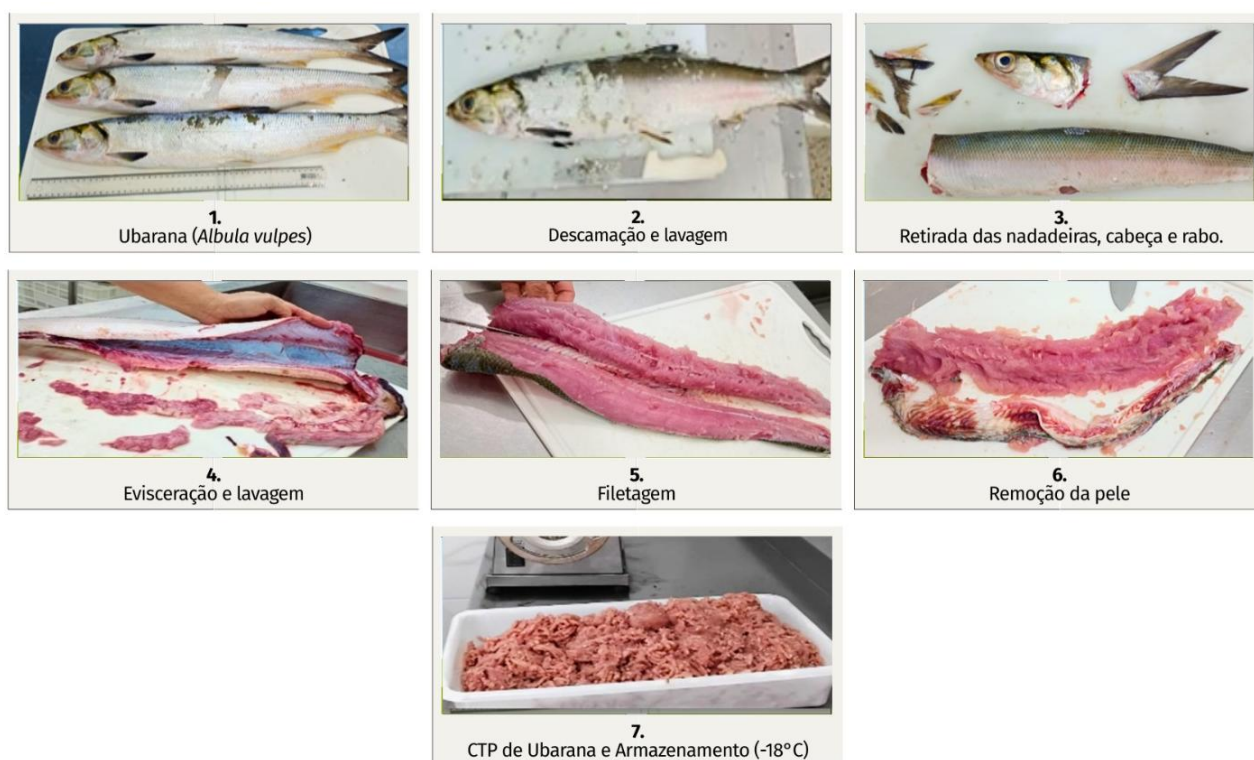


Figura 3. Etapas da preparação da CTP

As amostras de peixes foram acondicionadas em caixas isotérmicas contendo gelo em escamas na proporção de 1 kg de gelo para 1 kg de peixe (1:1) e transportados ao Laboratório de Inovação em Produtos da Pesca e Ciências do Mar (LIPPC-Mar) do Departamento de Tecnologia (DTA) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). 25 peixes foram utilizados para a elaboração das almondegas de peixe.

Primeiramente, procedeu-se à avaliação do frescor conforme os critérios estabelecidos pela legislação vigente (Brasil, 2020).

Em seguida, as etapas de lavagem e higienização com água corrente clorada a 5 ppm foram conduzidas, seguidas da remoção de escamas, barbatanas, cabeça, vísceras e cauda.

Após essa etapa, os peixes foram novamente lavados em água corrente clorada (5 ppm) e posteriormente filetados. Os filés obtidos tiveram a pele removida e foram processados em moedor elétrico com disco de cinco milímetros de diâmetro (Becker, modelo

MBI-10/00049), resultando na produção de carne triturada de peixe (CTP).

Essa etapa tecnológica possibilita o aproveitamento integral da musculatura da ubarana, reduzindo limitações associadas à presença de espinhas e ampliando o potencial de aplicação da matéria-prima na elaboração de produtos derivados de pescado. A CTP foi armazenada em embalagem transparente, em porções de aproximadamente 2 kg, sob congelamento (-18 °C).

4.2 Cenoura: obtenção e preparação das amostras

Amostras de cenoura sadias, destinadas para descarte por não estarem em concordância com os padrões de comércio ou por apresentarem deformidades que não afetavam seu consumo seguro, foram obtidas de agricultores de Nova Friburgo, região Serrana do estado do Rio de Janeiro (22°16'55" S; 42°31'52" W), que comercializam sua produção no Centro de Distribuição do Estado do Rio de Janeiro, no ano de 2025 (CEASA-RJ) (Figura 4).



Figura 4. Etapas de beneficiamento da cenoura e obtenção da farinha de cenoura

As cenouras foram preparadas de acordo com o Centro de Vigilância Sanitária, a Portaria CVS-5/2013 (São Paulo, 2013). A limpeza e lavagem inicial, com intuito de retirar sujidades maiores foram realizadas sob jatos de água corrente e potável em tanque apropriado.

Foi realizada a retirada de pequenas avarias e acertos de corte no colo e ápice; e sanitização em solução de hipoclorito de sódio (200 mg·L⁻¹) por 15 minutos, seguindo enxágue em água potável. As cenouras foram fatiadas (0,8 mm) e colocadas em secador de bandejas com circulação e renovação de ar (1 a 2 m/s), a 55 °C por 30 h na planta piloto da Embrapa Agroindústria de Alimentos.

A farinha de cenoura foi obtida a partir das cenouras desidratadas que foram moídas em moinho de faca-martelo (Trell, modelo 112M-989, Brasil) com peneira de 1,25 mm, a fim de

uniformizar o tamanho das partículas, acondicionada em embalagem multicamada impermeável e armazenada no volume individual de 2Kg sob congelamento (-18 °C), por um período de 2 meses.

A fécula de mandioca (Polvilho doce, Chinezinho®), orégano desidratado (Apinaje®); sal refinado iodado (Granfino®); cebola em pó (Kinino®) e alho em pó (Sabor verde®) também foram utilizados como ingredientes para elaboração da almôndega, sendo obtidos em estabelecimentos comerciais do município do Rio de Janeiro – RJ em fevereiro de 2025. A escolha dos ingredientes levou em consideração as diretrizes do PNAE.

4.3 Almôndega de Ubarana: planejamento experimental por delineamento de misturas e elaboração da almôndega

Foi empregado um delineamento de misturas com o modelo Simplex-Centroides (Adriano *et al.*, 2024) para três componentes (q=3), com total de 12 tratamentos. Foram utilizadas a relação entre as respectivas frações de CTP de ubarana, Farinha de cenoura e Fécula de mandioca.

A Tabela 1 apresenta a matriz do planejamento experimental com os valores reais das porcentagens das matérias primas, com restrição da quantidade mínima de 20 % para ubarana, a fim de possibilitar a formatação da almôndega.

A elaboração da almôndega se deu na planta de processamento do Laboratório de Inovação em Produtos da Pesca e Ciências do Mar (LIPPC-Mar) do Departamento de Tecnologia do Instituto de Tecnologia (DTA) da UFRRJ.

Tabela 1. Matriz do planejamento

Tratamento	Delineamento de mistura (%) *			Formulação da almôndega (100g)			
	CTP de Ubarana	Farinha de Cenoura	Fécula de Mandioca	CTP de Ubarana	Farinha de Cenoura	Fécula de Mandioca	Complemento
T1	100	0	0	76	0	0	<i>Sal refinado: 1</i> <i>Orégano: 1</i> <i>Alho em pó: 1</i> <i>Cebola em pó: 1</i> <i>Água gelada: 20 (ml)</i>
T2	20	80	0	16	60	0	
T3	20	0	80	16	0	61	
T4	20	40	40	16	30	30	
T5	60	0	40	46	0	30	
T6	60	40	0	46	30	0	
T7	34	13	53	26	10	40	
T8	34	53	13	26	40	10	
T9	74	13	13	56	10	10	
T10	46	27	27	36	20	20	
T11	46	27	27	36	20	20	
T12	46	27	27	36	20	20	

*restrição de 20% para CTP de ubarana.

A Figura 5 traz as proporções dos componentes que foram utilizados no delineamento experimental de misturas.

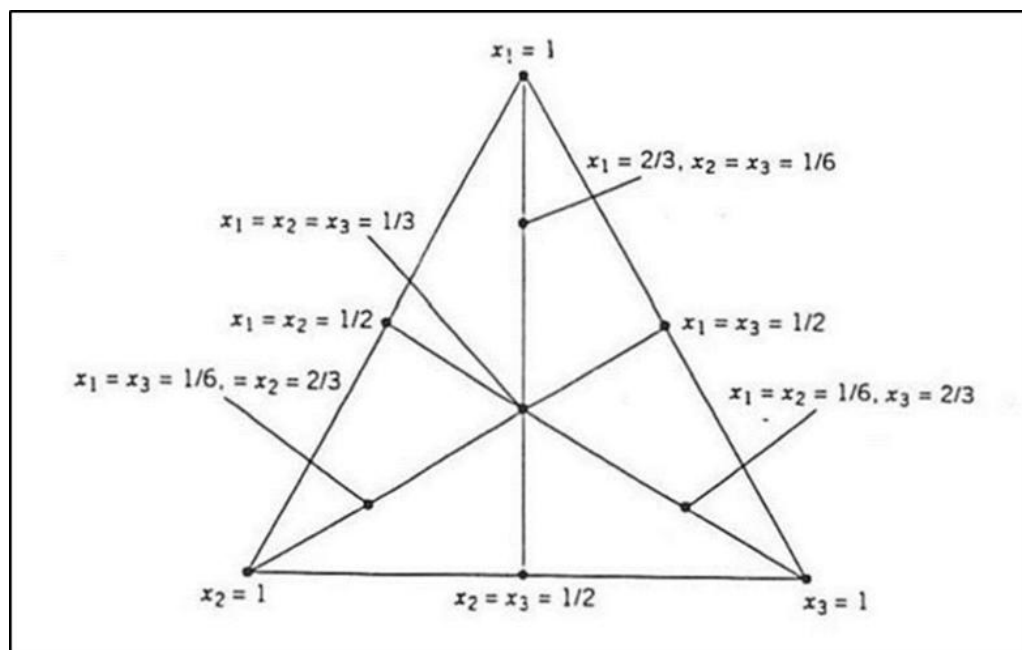


Figura 5. Proporções dos componentes a serem utilizados no delineamento experimental

Os pontos do delineamento simplex-centróide para $q=3$ componentes, modelo cúbico especial é dado por:

$$E(y) = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_{12} x_1 x_2 + \beta_{13} x_1 x_3 + \beta_{23} x_2 x_3 + \beta_{123} x_1 x_2 x_3$$

O delineamento simplex-centroide é um planejamento experimental aplicado a estudos de misturas, no qual a variável resposta depende exclusivamente das proporções relativas dos componentes e não de suas quantidades absolutas, respeitando a restrição de que a soma das frações seja igual a 1 (Adriano *et al.*, 2024).

Para três componentes ($q = 3$), os ensaios são conduzidos nos vértices do triângulo (componentes puros), nos pontos médios das arestas (misturas binárias em proporções iguais) e no centróide (mistura ternária em partes iguais), permitindo estimar modelos polinomiais, como o cúbico especial, que descrevem os efeitos individuais e as interações entre os componentes sobre a resposta. Esse delineamento possibilita avaliar de forma eficiente o comportamento da mistura e identificar combinações ótimas (Adriano *et al.*, 2024).

A massa de cada formulação foi homogeneizada manualmente por aproximadamente quatro minutos, e deixada em repouso, sob refrigeração, por uma hora. Posteriormente, a massa, com peso de 20 g, foi moldada manualmente em formato de almôndega (forma esférica) (Moraes, 2014).

As almôndegas foram embaladas em embalagem multicamada laminada impermeável e armazenada sob congelamento ($-18\text{ }^{\circ}\text{C}$), seguindo no mesmo mês o início das análises.

As análises foram realizadas em Laboratórios da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA).

As almôndegas foram descongeladas sob refrigeração e submetidas ao processo prévio de cozimento úmido por 20 minutos (Da Silva Almeida, 2011).

O projeto de elaboração das almôndegas de ubarana (*Albula vulpes*) adicionada de farinha de cenoura (*Daucus carota L.*) seguiu a metodologia apresentada na Figura 6.

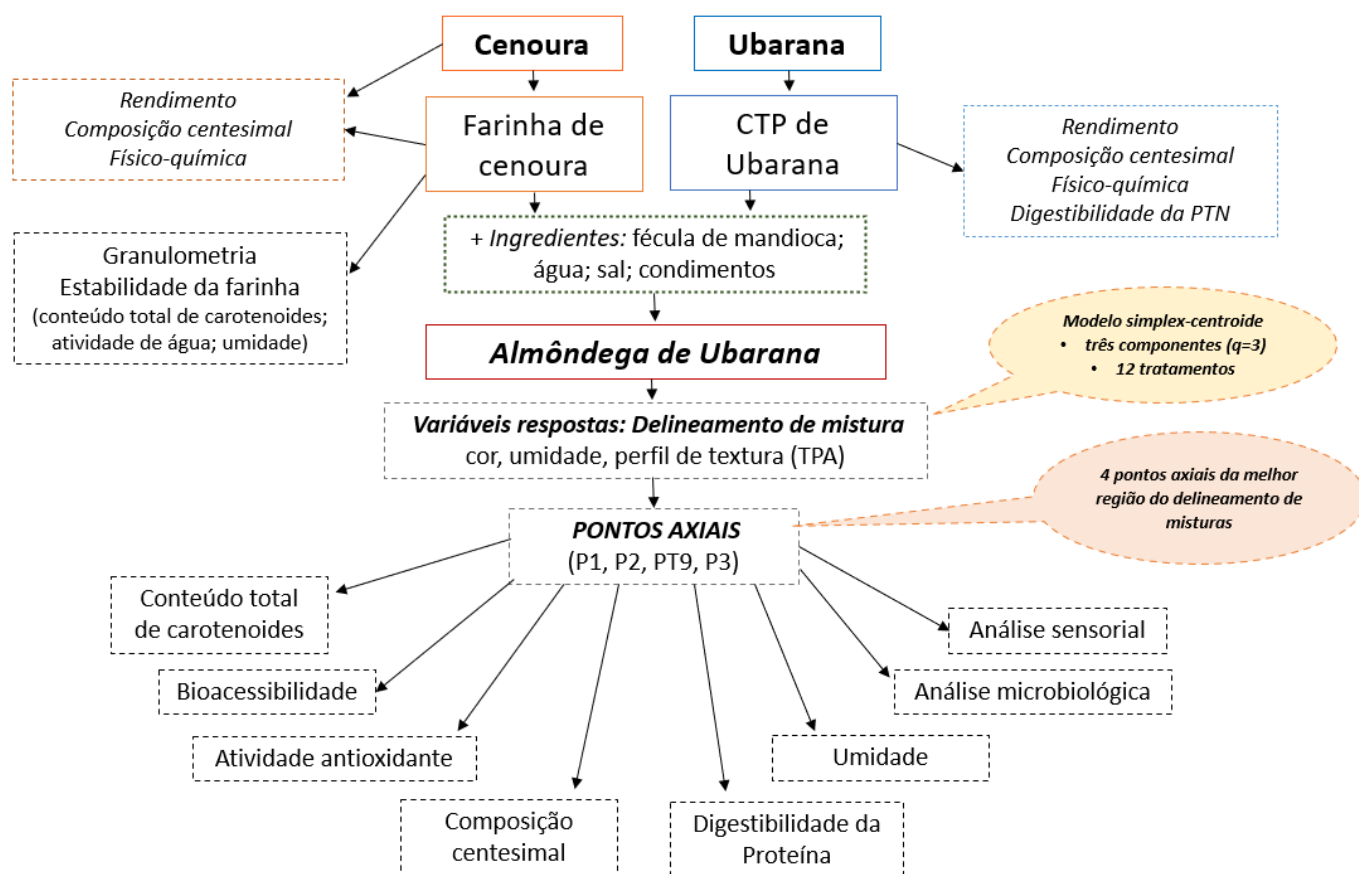


Figura 6. Diagrama das principais etapas realizadas no estudo

4.4 Ubarana: avaliação do rendimento

Para o cálculo do rendimento utilizou-se o peso do pescado após o corte em filés sem a pele, dividido pelo peso dos peixes inteiros, multiplicado por 100.

Foram utilizadas 25 unidades de ubarana *in natura*, que apresentavam comprimento na faixa de 55 a 86 cm, com média de 68,08 cm; e peso de 0,950 a 3,200 kg, com média de 1,900 kg. O peso total analisado foi de 47,45 kg.

4.5 CTP de Ubarana: avaliação da composição centesimal e físico-química

Para análise da composição centesimal (umidade, cinzas, lipídeos, proteínas e carboidratos por diferença) foi utilizada a metodologia descrita pelo Instituto Adolf Lutz (Lutz, 2008). A análise da composição centesimal foi realizada, em triplicata, no Laboratório da Embrapa Agroindústria de Alimentos.

Para avaliar o teor de umidade foi utilizada a metodologia nº 012/IV do Instituto Adolfo Lutz (IAL), na qual o teor é determinado por meio de secagem direta em estufa a 105 °C; O teor de cinzas foi determinado por meio da metodologia nº 018/IV, que ocorre por meio da incineração da amostra em forno mufla, previamente aquecida, em temperatura entre 550 e 570 °C. A determinação de concentração de proteínas foi realizada utilizando a metodologia nº 037/IV, que se baseia no deslocamento do nitrogênio presente na amostra e em sua

transformação em sulfato de amônio, possibilitando o cálculo da quantidade de proteínas na amostra, aplicando o fator empírico de conversão de 6,25 a fim de transformar o nitrogênio em proteínas totais; Para determinação do teor de lipídios foi realizada a extração direta do solvente por meio da utilização do aparelho extrator em Soxhlet, com solvente éter de petróleo em refluxo descontínuo e intermitente, conforme descrito na metodologia 032/IV; Os carboidratos totais foram calculados por diferença, conforme método descrito no AOAC (2005), na qual o teor de carboidratos é definido pela diferença entre 100 (percentual total da amostra) e o somatório dos percentuais de umidade, proteínas, lipídios e cinzas.

$$\text{CHO} = 100 - (\text{U} + \text{Lip} + \text{Ptn} + \text{Cnz}).$$

Onde: U = Umidade; Lip = Lipídeo; Ptn = Proteína; Cnz = Cinzas

4.6 CTP de Ubarana e Almôndegas: digestão da proteína

A digestão da proteína da CTP foi analisada utilizando o protocolo padronizado de digestão simulada *in vitro* baseado em um consenso internacional desenvolvido pela rede COST INFOGEST (Brodkorb *et al.*, 2019), seguida do método AOAC 2001.11, com modificação na etapa de titulação final com uso de ácido sulfúrico (H₂SO₄) (AOAC, 2001). Usando este método, amostras de alimentos foram submetidas à digestão oral, gástrica e intestinal sequencial, enquanto parâmetros como eletrólitos, enzimas, bile, diluição, pH e tempo de digestão foram baseados em dados fisiológicos disponíveis (Brodkorb *et al.*, 2019). A solução final digerida na análise de bioacessibilidade foi utilizada para digestibilidade da proteína.

As amostras foram solubilizadas em meio adequado e submetidas a hidrólise sob condições controladas de temperatura e tempo para promover a quebra de ligações peptídicas, convertendo os componentes proteicos em aminoácidos livres. A reação de digestão foi interrompida mediante ajuste de pH e adição de inibidores, seguindo as diretrizes da norma. Após isso, ocorreu a verificação da taxa de recuperação de nitrogênio em porcentagem.

4.7 Cenoura: avaliação do rendimento

Foram adquiridos 53,7 kg de cenoura *in natura*. O rendimento da farinha foi calculado pela relação entre o peso do produto seco obtido e o peso inicial da matéria-prima integral *in natura*, conforme a relação a seguir:

$$\% \text{ Rendimento} = \left(\frac{P \text{ farinha}}{P \text{ natura}} \right) \times 100$$

Onde: *P farinha* peso da farinha da cenoura; *P natura* peso da cenoura.

4.8 Farinha da Cenoura: avaliação da composição centesimal e físico-química

Para análise da composição centesimal foi utilizada a metodologia descrita pelo Instituto Adolf Lutz (Lutz, 2008), semelhante às análises utilizadas para a CTP.

4.9 Farinha de Cenoura: caracterização da granulometria

A caracterização da granulometria foi realizada no Departamento de Engenharia Química (Escoamento e fluidos), Dr. Giulio Massarani, do Instituto de Tecnologia da UFRJ.

As análises se deram em triplicata, por segregação de 100 g de farinha, retido no topo de peneiras padronizadas de aço inox (Newark, EUA) após 20 min de peneiramento em um

agitador de peneiras (Bertel Indústria Metalúrgica Ltda – Brasil – SP; Máquina nº 4443; Série: 03.13).

Foram selecionadas seis aberturas de peneira (600; 500; 300; 212; 150 e 106 mm) A fração retida sobre a peneira foi pesada e os valores expressos em porcentagens, segundo metodologia descrita por De Gusmão (2016).

4.10 Farinha de Cenoura: avaliação da estabilidade

Para o estudo da estabilidade da farinha de cenoura foram acondicionadas 50g de amostras de farinha de cenoura em diferentes tipos de embalagem e condição de armazenamento (em embalagem transparente e em embalagem multicamada laminada impermeável sob temperatura ambiente, por 6 meses e em multicamada laminada impermeável acondicionada sob congelamento, por 4 meses). Mensalmente, foram determinados parâmetros de atividade de água, umidade e teor de carotenoides totais.

Determinação da atividade de água (aw)

A atividade de água (aw) das amostras de farinha de cenoura foi determinada utilizando um medidor eletrônico do tipo Aqualab® (Decagon Devices, Pullman, EUA). Antes das análises, o equipamento foi calibrado com soluções padrão fornecidas pelo fabricante, com aw conhecida à temperatura de 25 ± 1 °C. As amostras foram colocadas em cápsulas próprias do equipamento, garantindo o preenchimento de aproximadamente 2/3 do volume do recipiente para evitar espaços vazios excessivos. Cada leitura foi realizada em triplicata, sendo registrado o valor final fornecido pelo equipamento após a estabilização do sinal. Os resultados foram expressos diretamente em valores de aw.

Determinação de Umidade

Para determinação foi utilizado um medidor de umidade - balança determinadora de umidade com secagem por radiação infravermelha, com sistema automatizado de aquecimento e pesagem integrada (MOC63u – Shimadzu Corporation - JAPAN).

Inicialmente, o equipamento foi calibrado segundo as recomendações do fabricante, realizando ajuste de tara e verificação de alinhamento do prato de pesagem. As amostras foram previamente homogeneizadas e aproximadamente 0,4 g de cada amostra foi distribuída de maneira uniforme sobre a cápsula metálica do equipamento, previamente tarada.

A análise foi conduzida no Programa 2 (modo automático), condição ajustada para que o equipamento encerrasse a secagem quando a perda de massa se estabilizasse.

O método consistiu na secagem da amostra até peso constante, a partir do aquecimento controlado por lâmpada infravermelha, com leitura contínua da massa durante o processo. Ao término da secagem, o próprio equipamento forneceu o valor percentual de umidade, calculado automaticamente pela diferença entre massa inicial e final:

$$\% U = \frac{(m_i - m_f)}{m_i} \times 100$$

Onde: m_i = massa inicial (g) e m_f = massa final após secagem (g)

Todas as análises foram realizadas em triplicata, e os resultados expressos em média $\pm$ desvio-padrão. Este procedimento permitiu uma avaliação rápida e precisa da umidade da farinha.

Determinação dos carotenoides totais

A análise de carotenoides totais foi realizada na Embrapa Agroindústria de Alimentos, em triplicata, nas amostras de farinha de cenoura. A extração de carotenoides foi realizada seguindo o método descrito por Rodriguez-Amaya (2001). Dois gramas de amostras foram pesados e macerados manualmente em gral de porcelana com 3 g de celite e 30 ml de acetona pura em quantidade suficiente para a extração de carotenoide. Em seguida, o retentado foi filtrado em funil de vidro, utilizando bomba de vácuo em torno de três vezes até que o extrato ficasse incolor. Logo então, foi transferido para um funil contendo 30 ml de éter de petróleo e lavado, três vezes, com 300 ml de água ultrapura. O extrato etéreo foi filtrado em algodão e sulfato de sódio anidro, recolhido em balões volumétricos de 25 ml completados com éter de petróleo. O teor de carotenoides totais nos extratos das amostras foi determinado usando um espectrofotômetro UV-1800 (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japão) a 450 nm.

4.11 Almôndega de Ubarana: variáveis resposta - umidade, dureza e mastigabilidade

Como variáveis dependentes, foram selecionadas a umidade, a dureza e a mastigabilidade por serem parâmetros diretamente relacionados à estabilidade físico-química e à qualidade textural do produto.

A umidade está associada à conservação e suculência, enquanto a dureza e a mastigabilidade refletem a resistência estrutural e o esforço necessário para a deglutição, constituindo atributos determinantes para a aceitabilidade e padronização tecnológica do produto.

Análise de percentual de umidade

A análise de umidade foi realizada na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Laboratório de Inovação em Produtos da Pesca e Ciências do Mar (LIPPC-Mar), em triplicata. As amostras de almôndegas foram submetidas ao processo prévio de cozimento úmido por 20 minutos (Da Silva Almeida, 2011).

A umidade foi determinada através do método gravimétrico nº 012/IV do Instituto Adolfo Lutz (IAL), no qual o teor é determinado por meio de secagem direta em estufa a 105°C (LUTZ, 2008), por estufa de indução (Thermo Scientific/ Heratherm IMH 100).

Análise da textura (dureza e mastigabilidade)

As análises de textura foram realizadas no Laboratório da Zootecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), utilizando-se seis repetições por tratamento. As amostras de almôndegas foram previamente submetidas ao processo de cozimento úmido por 20 minutos, conforme descrito por Da Silva Almeida (2011).

A determinação dos parâmetros texturais seguiu a metodologia proposta por Bourne (1978), empregando o equipamento Textura Analyzer TA. XT Plus C (Stable Micro Systems, Surrey, England – Extralab Brasil). Foram utilizadas sondas cilíndricas de 36 mm de diâmetro, realizando-se o teste de dois ciclos de compressão (TPA – Texture Profile Analysis), com velocidade de 2 mm/s e 80 % de deformação. As análises foram conduzidas à temperatura ambiente ($\approx 25^{\circ}\text{C}$). Foram determinados os parâmetros de dureza (N), definida como a força máxima registrada no primeiro ciclo de compressão, e mastigabilidade (N), calculada como o produto da dureza, coesividade e elasticidade, conforme os critérios de Bourne (1978).

4.12 Análise de Cor

Foi utilizado o aparelho colorímetro (Bras Eq -HunterLab MiniScan EZ) para realizar a leitura das amostras por refletância. O resultado foi expresso em CIELAB que é o sistema de cor mais utilizado para avaliação de cor em alimentos. A escala de cor CIE L^* , a^* , b^* , será utilizada (L^* : luminosidade - a^* : intensidade de cor vermelha - b^* : intensidade de cor amarela) (Hunterlab, 1996). A metodologia está conforme descrita em *Commission Internationale de L'Eclairage* (CIE) (1978).

4.13 Concentração Total e Bioaccessibilidade dos Carotenoides

A análise de carotenoides totais, seguiu o método descrito por Rodriguez-Amaya (2001). Tais análises foram realizadas na Embrapa Agroindústria de Alimentos, em triplicata, nas amostras de almôndegas previamente cozidas por 20 minutos (Da Silva Almeida, 2011).

A bioaccessibilidade de carotenoides foi analisada utilizando o protocolo padronizado de digestão simulada *in vitro* baseado em um consenso internacional desenvolvido pela rede COST INFOGEST (Brodkorb *et al.*, 2019).

Usando este método, amostras de alimentos são submetidas à digestão oral, gástrica e intestinal sequencial, enquanto parâmetros como eletrólitos, enzimas, bile, diluição, pH e tempo de digestão são baseados em dados fisiológicos disponíveis (Figura 7).

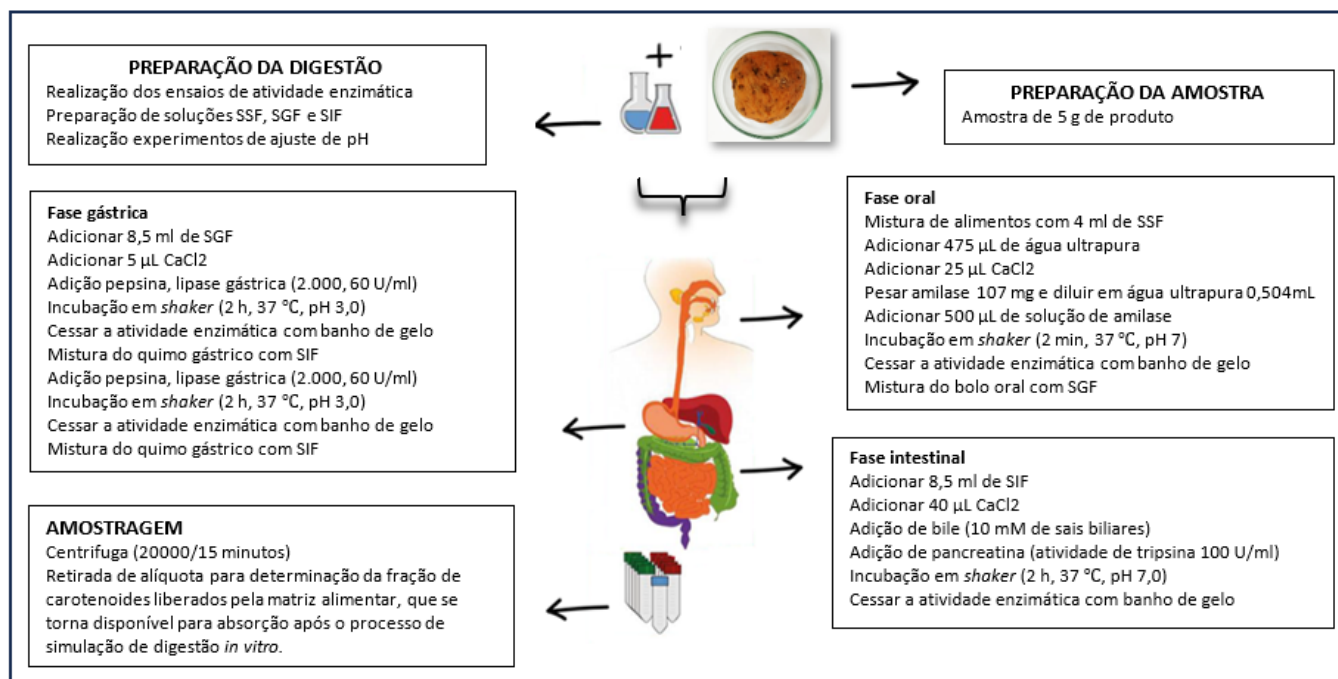


Figura 7. Esquema resumido da digestão simulada *in vitro* pelo protocolo INFOGEST 2.0 (Brodkorb *et al.*, 2019) aplicado à bioaccessibilidade de carotenoides da almôndega

Legenda: SSF - fluido salivar simulado; SGF - fluido gástrico simulado; SIF - fluido intestinal simulado.

A digestão dos carotenoides foi dividida em três fases: oral, gástrica e intestinal. A solução final, pós fase intestinal, foi separada e passou por centrifugação, sendo separada a fração micelar, que foi utilizada para leitura de carotenoides em espectrofotômetro UV-1800 (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japão) a 450 nm (expresso em betacaroteno).

4.14 Estudo Comparativo do Potencial Nutricional em Vitamina A

Foi estimado a conversão dos carotenoides em vitamina A das almôndegas da melhor resposta. Considerando os achados de Choi (2025) que constataram ser o valor de betacaroteno, 75 % dos carotenoides totais em cenouras refogadas, e, a recomendação de ingestão mínima diária de vitamina A, em atividade de retinol equivalente (RAE), preconizada pelo *Institute of Medicine* (IOM), onde, cada Equivalente de Atividade de Retinol corresponde a 1g de retinol, ou a 12 µg de betacaroteno ou 24 µg de outros carotenoides, que têm atividade de vitamina A (Calheiros *et al.*, 2011).

4.15 Atividade Antioxidante (DPPH e FRAP)

A atividade antioxidante avalia a capacidade de compostos presentes em alimentos, extratos ou ingredientes de neutralizar radicais livres ou reduzir agentes oxidantes, desempenhando papel importante na proteção contra o estresse oxidativo e na promoção da preservação dos alimentos e da saúde (Shahidi; Samarasinghe, 2025).

O ensaio DPPH (2,2-diphenil-1-picrilhidrazil) mede a capacidade de uma amostra em sequestrar radicais livres, refletindo sua habilidade de doar elétrons ou átomos de hidrogênio e, assim, neutralizar espécies reativas em solução. Análise de atividade antioxidante pelo método de sequestro do radical livre DPPH (Shahidi; Samarasinghe, 2025). A atividade antioxidante foi determinada utilizando o radical estável 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH•), seguindo adaptações do método descrito por Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995). Uma solução de DPPH (0,06 mM) foi preparada em metanol e mantida em frasco âmbar protegido da luz, a 4 °C, até o momento da análise. Antes do uso, a solução foi homogeneizada e ajustada para apresentar absorvância de aproximadamente 0,700 a 517 nm.

Os extratos amostras foram solubilizados em metanol e filtradas, se necessário. Aliquotas foram preparadas em diferentes concentrações para construção da curva dose-resposta. Em tubos de ensaio ou microplacas foram adicionados: 100 µL da amostra e 3,9 mL da solução de DPPH (0,06 mM). Após o período de reação, as absorvâncias foram determinadas em espectrofotômetro. Para o branco, utilizou-se solvente no lugar da amostra. As misturas foram agitadas e incubadas em ambiente escuro por 30 minutos (≈ 25 °C).

Todas as análises foram realizadas em triplicata, e os resultados expressos como média ± desvio padrão. A atividade antioxidante foi expressa como porcentagem de inibição do radical DPPH, calculada pela equação:

$$\% \text{ Inibição} = \frac{(A_{\text{controle}} - A_{\text{amostra}})}{A_{\text{controle}}} \times 100$$

Onde: A_{controle} = absorvância sem amostra; A_{amostra} = absorvância com amostra.

A atividade antioxidante também foi determinada pelo método FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power), segundo Benzie e Strain (1996), com adaptações. Este método determina o potencial antioxidante por meio da redução da amostra. complexo férrico tripiridiltiazina (Fe^{3+} -TPTZ) para ferroso (Fe^{2+} -TPTZ), resultando em complexos de coloração azul intensa, cuja absorvância foi medida a 593 nm. Os resultados foram expressos em µmol de Trolox equivalente por grama de amostra (TEAC).

Embora ambos forneçam estimativas da atividade antioxidante, o DPPH está mais associado à neutralização de radicais livres, enquanto o FRAP quantifica a capacidade de redução de oxidantes, sendo comumente utilizados de forma complementar para caracterizar o potencial antioxidante de alimentos e extratos bioativos (Shahidi; Samarasinghe, 2025).

4.16 Digestão de Proteína e Umidade

A digestão da proteína das almôndegas, assim como para a CTP, também foi analisada utilizando o protocolo padronizado de digestão simulada *in vitro* baseado em um consenso internacional desenvolvido pela rede COST INFOGEST (Brodkorb *et al.*, 2019), seguida do método AOAC 2001.11, com modificação na etapa de titulação final com uso de ácido sulfúrico (H₂SO₄) (AOAC, 2001). A análise de Umidade utilizou a mesma metodologia utilizada para as almôndegas, o método gravimétrico nº 012/IV do Instituto Adolfo Lutz (Lutz, 2008).

4.17 Análise Microbiológica

As análises microbiológicas acompanharam a Resolução RDC nº 724, de 1 de julho de 2022 da ANVISA, como previsto para pescado e produtos à base de pescado refrigerados ou congelados (almôndegas e similares) (Brasil, 2022).

No presente estudo, considerando o produto, almôndega adicionada de farinha de cenoura, foi realizada a contagem de bolores e leveduras, contagem de *E. coli* (UFC/g), detecção de *Salmonella* spp., determinação e contagem de *Bacillus cereus*, Determinação e contagem de *Staphylococcus* coagulase positiva / *Staphylococcus aureus* e contagem padrão de bactérias aeróbias mesófilas. Todas as análises foram realizadas em triplicata, no Laboratório da Embrapa Agroindústria de Alimentos.

4.18 Análise Sensorial

Embora os parâmetros físico-químicos, tecnológicos e instrumentais permitam identificar uma região ótima de formulação, tais resultados não asseguram, por si só, a aceitação pelo consumidor. Nesse contexto, a avaliação sensorial torna-se indispensável para verificar a influência da adição da farinha de cenoura sobre atributos como cor, aroma, sabor, textura e aceitação global, bem como para determinar a intenção de compra do produto (Minim, 2013).

Além disso, a comparação da formulação otimizada com a almôndega controle, elaborada sem adição de farinha de cenoura, permite avaliar de forma objetiva os impactos sensoriais decorrentes da reformulação. Essa abordagem possibilita verificar se os benefícios nutricionais e tecnológicos associados à farinha de cenoura são acompanhados da manutenção ou melhoria da qualidade sensorial. Assim, a análise sensorial representa uma ferramenta estratégica para validar a viabilidade do produto desenvolvido, integrando desempenho tecnológico, qualidade percebida e potencial de mercado.

Foi aplicado o método afetivo de natureza quantitativa, utilizando-se testes de aceitação e teste de ordenação por preferência, conduzidos nos quatro pontos axiais que representaram a região de melhor resposta do delineamento experimental por misturas. As fichas de avaliação sensorial incluíram questões preliminares referentes ao perfil dos julgadores (sexo, faixa etária e hábitos alimentares específicos relacionados ao consumo de pescado), como questões finais destinadas à determinação da intenção de compra dos produtos avaliados (Lutz, 2008a; Minim, 2013).

O teste de aceitação empregado neste estudo foi conduzido por meio da escala hedônica estruturada de nove pontos. Essa escala apresenta termos ancorados que variam de “gostei muitíssimo” a “desgostei muitíssimo”, incluindo o ponto central “nem gostei, nem desgostei”, totalizando nove categorias de resposta.

As amostras foram codificadas com números aleatórios de três dígitos, e os julgadores avaliaram os atributos aparência geral, cor, aroma, sabor e textura das almôndegas de ubarana formuladas com adição de farinha de cenoura, utilizando a referida escala hedônica. Os dados

obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), conforme metodologia descrita por Lutz (2008a) e Minim (2013). No presente estudo também foi aplicado o teste de ordenação por preferência, com o objetivo de comparar diferentes produtos quanto à escolha ou predileção dos consumidores (Minim, 2013).

Aplicação dos testes sensoriais

As amostras foram preparadas na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), no LIPPC-Mar/DTA/UFRRJ, sendo submetidas ao processo prévio de cozimento úmido em água, em panelas de alumínio, por 20 minutos (Da Silva Almeida, 2011) e servidas com molho de tomate (tomate, cebola e sal) (Figura 8).



Figura 8. Amostras de almôndega elaboradas para análise sensorial

Para a realização das análises sensoriais foram convocados provadores não treinados de ambos os sexos, de diferentes idades, sendo discentes, docentes, funcionários e visitantes da UFRRJ, recrutados aleatoriamente.

Os provadores (100 provadores no total), foram convidados a sentarem-se nas mesas do refeitório (1 provador por mesa), onde receberam água mineral à temperatura ambiente e biscoitos tipo “água e sal”, para limpeza do palato entre a avaliação das amostras.

Foram entregues aos provadores, concomitantemente, cinco amostras de $\frac{1}{2}$ unidade de almôndega (10 gramas cada). Quatro amostras formuladas com base na região do melhor tratamento do delineamento experimental e uma amostra de almôndega “padrão”, sem adição de farinha de cenoura. As amostras foram servidas com molho de tomate e em recipiente de plástico descartável e transparente, fechados com tampa e codificados com número de três dígitos aleatórios.

Juntamente com as amostras, foi entregue aos provadores o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Anexo 1) e a ficha sensorial (Anexo 2), contendo as instruções para o preenchimento e os ingredientes utilizados nas formulações.

Foi solicitado a ordenação segundo a preferência global, classificando-as da menos à mais preferida. A ficha de avaliação sensorial dos produtos também constava de pergunta sobre a intenção de compra. Foi perguntado aos avaliadores se comprariam o produto e em caso positivo, qual amostra. A análise estatística dos resultados foi conduzida com base nas tabelas de Newell e MacFarlane, fundamentadas no teste de soma de postos de Friedman, conforme procedimento descrito por Minim (2013).

O presente projeto foi submetido ao Comitê de Ética e obteve aprovação (processo nº 85648424.6.0000.0311). O parecer do Comitê de Ética encontra-se em anexo (Anexo 3).

4.19 Análise Estatística

Para a análise dos dados de composição centesimal e de rendimento foi aplicada média e desvio padrão, assim como testes de média de Tukey ao nível de significância 5%, sendo utilizado o Software XLSTAT® (Addinsoft, 2015).

Para metodologia de superfície de resposta e dados do delineamento de mistura foi utilizado o Software STATISTICA® (Statsoft, 2007).

Os resultados dos testes sensoriais foram avaliados aplicando-se análise de variância (ANOVA) e testes de média de Tukey, sendo $p \leq 0,05$, utilizando-se Software XLSTAT® (Addinsoft, 2015).

Foi feita Análise de Variância (ANOVA) com $p=0,05$ para cada variável de resposta para determinar os coeficientes lineares, quadráticos e de interação. Foi comparado o F calculado e F tabelado para cada variável, para verificação de adequação ao modelo. Os coeficientes de regressão foram usados para gerar as superfícies de resposta e gráficos de contorno.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Matérias-primas: avaliação da composição centesimal e físico-química

Para auxiliar na interpretação das respostas tecnológicas e ressaltar o valor nutricional das formulações investigadas, foi realizada a caracterização centesimal e físico-química das matérias-primas utilizadas, CTP de ubarana, farinha de cenoura e fécula de mandioca, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Composição centesimal e físico-química das matérias-primas

Avaliação	CTP da ubarana Base úmida*	Farinha de cenoura* Base seca	Fécula de mandioca**
Gordura (g/100g)	2,20 ± 0,15	2,19 ± 0,04	0,05
Proteína (g/100g)	23,63 ± 0,04	6,92 ± 0,01	0,65
Umidade (g/100g)	72,34 ± 0,05	7,10 ± 0,04	45
Cinzas (g/100g)	1,22 ± 0,01	7,76 ± 0,08	0,18
Carboidrato (g/100g)	0,60 ± 0,13	76,03 ± 0,11	54,12
Fósforo (g/100g)	0,24	ND	-
pH	5,83	6,05 ± 0,01	-

* Média ± DP/ **E Araújo Lopes (2023).

Na CTP de ubarana foi encontrado teor proteico de 23,63 g/100g e lipídico de 2,20 g/100g, valores compatíveis aos reportados por Pires *et al.* (2017) em hambúrgueres elaborados com a mesma espécie. A farinha de cenoura apresentou 76,03 g/100g de carboidratos e 6,92 g/100g de proteínas. A fécula de mandioca se caracteriza por apresentar 54,12 g/100g de carboidratos.

A ubarana apresenta características composicionais que a qualificam como matéria-prima promissora para o desenvolvimento de coprodutos reestruturados. Trata-se de pescado com elevado teor proteico e baixo teor lipídico, condição tecnologicamente desejável, uma vez que reduz a suscetibilidade à oxidação lipídica, favorecendo maior estabilidade durante processamento e armazenamento, além de contribuir para perfil nutricional mais equilibrado.

O pH próximo à neutralidade, típico de pescados frescos, favorece a funcionalidade das proteínas miofibrilares, especialmente quanto à capacidade de retenção de água, formação de gel e emulsificação, propriedades fundamentais para produtos formatados, como almôndegas e *fishburgers*.

Segundo Pires (2015), a ubarana já havia demonstrado desempenho tecnológico satisfatório em produtos reestruturados, reforçando sua aptidão para agregação de valor por meio da transformação industrial. No presente estudo, a incorporação da farinha de cenoura (*Daucus carota L.*), rica em carboidratos estruturais, minerais (cinzas) e compostos bioativos, amplia o valor funcional da formulação, atuando como agente de retenção de água, intensificador de cor natural e fonte complementar de nutrientes, além de contribuir para melhoria do rendimento e estabilidade da matriz.

Paralelamente, a fécula de mandioca exerce papel estruturante, promovendo liga e coesão por meio da gelatinização do amido, mecanismo amplamente descrito em produtos cárneos e pesqueiros reestruturados como estratégia para melhoria de textura e suculência. A sinergia entre proteína magra de alta qualidade, ingrediente vegetal funcional e amido

estruturante antecipa, do ponto de vista tecnológico, resultados favoráveis em textura, rendimento e estabilidade físico-química, fortalecendo o caráter inovador e a viabilidade tecnológica do coproduto desenvolvido.

5.2 Rendimento da Farinha de Cenoura

Foram adquiridos 53,7 kg de cenoura. O peso final do material limpo, após higienização, antes do processo de secagem foi de 45,0 kg. Após secagem e moagem, o peso total de farinha de cenoura foi de 5,0 kg. O rendimento em farinha, calculado pela relação entre o peso da farinha obtida e o peso inicial da matéria-prima fresca, multiplicado por 100, foi de 9,3 %. Tal rendimento é condizente com as características intrínsecas de hortaliças com elevado teor de umidade, como a cenoura, cuja fração aquosa pode ultrapassar 85–90 % (USDA, 2023).

Sob a ótica tecnológica, rendimentos aparentemente baixos são típicos de processos de desidratação de vegetais, uma vez que a secagem promove a remoção da água livre e a consequente concentração dos sólidos totais, resultando em redução expressiva da massa final sem que isso represente limitação do processo (Fellows, 2017).

Portanto, o rendimento observado não deve ser interpretado como ineficiência, mas como característica inerente ao processamento de matérias-primas com alto teor hídrico.

Do ponto de vista da sustentabilidade, a utilização de cenouras desclassificadas comercialmente, por não atenderem a padrões estéticos de mercado, para produção de farinha representa estratégia alinhada aos princípios de redução de perdas e valorização de subprodutos agroalimentares, contribuindo para o aproveitamento integral e para a economia circular (FAO, 2022). A transformação da cenoura *in natura* em ingrediente seco, estável e de maior vida útil amplia as possibilidades de armazenamento, transporte e aplicação tecnológica, reduzindo desperdícios ao longo da cadeia produtiva.

Em relação à funcionalidade, ainda que o rendimento em massa seja reduzido, a farinha de cenoura apresenta elevada densidade de compostos bioativos e sólidos concentrados, incluindo carotenoides responsáveis pela coloração característica e pelo potencial antioxidante (Saini; Nile; Park, 2015). Além disso, a presença de fibras alimentares pode contribuir para propriedades tecnológicas como retenção de água, modulação da textura e estabilidade estrutural em produtos cárneos ou à base de pescado, aspectos já relatados para farinhas vegetais aplicadas em sistemas proteicos (Choi *et al.*, 2009; Engel *et al.*, 2016).

Assim, o objetivo do processo não se restringe à obtenção de grande volume de farinha, mas à produção de um ingrediente funcional, concentrado e tecnologicamente estável, capaz de agregar valor nutricional, melhorar atributos físicos e contribuir para a reformulação de coprodutos de pescado. Dessa forma, o rendimento de 9,3 % deve ser interpretado à luz da natureza do processo de secagem e da finalidade tecnológica do ingrediente, evidenciando que a eficiência do sistema está relacionada à qualidade funcional e à estabilidade obtida, e não exclusivamente à quantidade produzida.

5.3 Caracterização da Farinha de Cenoura

Granulometria

A caracterização granulométrica da farinha de cenoura evidenciou distribuição heterogênea das partículas ao longo das peneiras avaliadas (Tabela 3).

Registraram-se valores de retenção de farinha, estatisticamente semelhantes, nas peneiras de 150 μm (20,87 g) em P2, 300 μm (20,87 g) em P4 e 212 μm (18,17 g) em P3, indicando predominância de partículas com granulometria intermediária.

As peneiras de 106 μm (14,24 g) P1 e 500 μm (11,9 g) P5 apresentaram retenções inferiores, enquanto a menor retenção foi observada na peneira de 600 μm (6,38 g) P6 e fundo (6,58 g), que mostraram semelhança estatística

Tabela 3. Granulometria da farinha de cenoura

PENEIRAS	TIPO de peneira (μm)	Peso da peneira (g) MÉDIA*	MASSA DE MATERIAL Retido na peneira (g) MÉDIA**
P6	600	350,23	$6,38 \pm 0,24^f$
P5	500	354,98	$11,9 \pm 0,12^{de}$
P4	300	354,03	$20,87 \pm 0,24^{ab}$
P3	212	348,27	$18,17 \pm 0,27^{bc}$
P2	150	293,02	$23,03 \pm 2,82^a$
P1	106	287,63	$14,24 \pm 0,54^d$
fundo	fundo	430,99	$6,58 \pm 1,51^f$

*média da triplicata/ ** Média $\pm$ DP. Médias com letras diferentes demonstram diferença significativa pelo teste de *Tukey* ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

A distribuição granulométrica observada para a farinha de cenoura, com predominância de frações finas e intermediárias (P4 – 20,87 g) (Figura 9) está em consonância com resultados descritos na literatura para farinhas obtidas a partir de vegetais desidratados e moídos. Estudos com farinhas de cenoura, beterraba e bagaço de hortaliças relatam predominância de partículas inferiores a 500 μm quando submetidas à moagem convencional, característica considerada adequada para incorporação em produtos cárneos reestruturados, por favorecer melhor dispersão na matriz proteica e menor percepção sensorial de partículas grosseiras (Choi *et al.*, 2009; Verma; Banerjee, 2010).

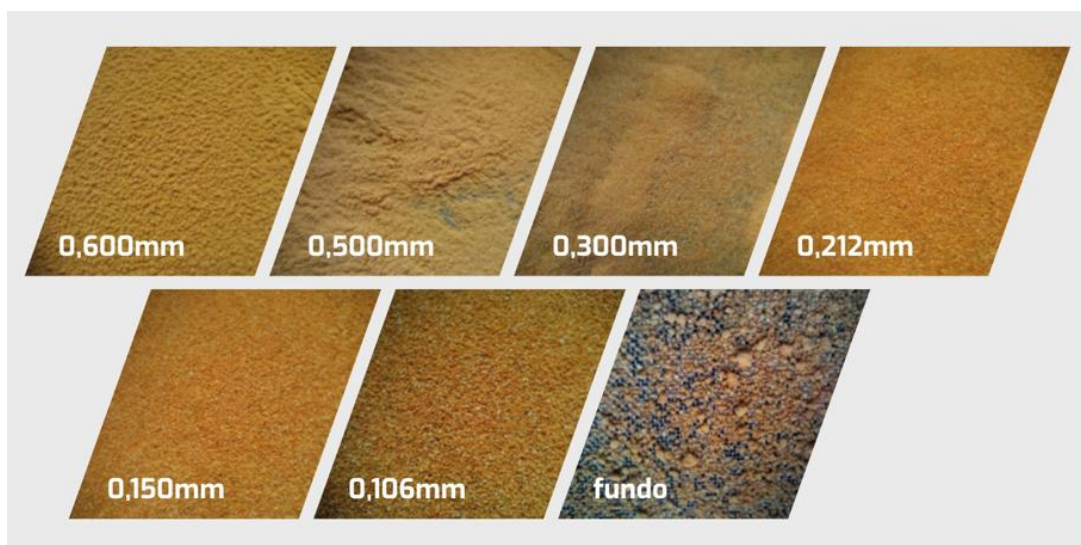


Figura 9. Distribuição granulométrica da farinha de cenoura

Em sistemas cárneos, granulometrias mais finas estão associadas a melhor retenção de água, maior estabilidade da emulsão e textura mais homogênea, enquanto partículas excessivamente grossas podem comprometer coesividade e aceitação sensorial (Choi *et al.*, 2009). Assim, a predominância de frações finas e médias na farinha de cenoura avaliada indica perfil granulométrico compatível com sua aplicação como ingrediente funcional em almôndega de peixe, atendendo ao objetivo tecnológico proposto de promover adequada incorporação, estabilidade estrutural e melhoria de propriedades texturais sem prejudicar a qualidade produto.

Atividade de água

A atividade de água (a_w) é um dos principais indicadores de estabilidade físico-química e microbiológica de alimentos desidratados, pois está diretamente relacionada à disponibilidade de água livre para reações químicas e crescimento microbiano.

No presente estudo, observou-se a variação da a_w da farinha de cenoura ao longo de seis meses de armazenamento (F0 a F6), considerando diferentes condições e embalagens: Padrão: farinha de cenoura no tempo “0” (Fo-Padrão), em embalagem Transparente (T), em embalagem Laminada (LA) e em embalagem Laminada e congelada (LACO), que foi iniciada a verificação da atividade no terceiro mês do estudo (Figura 10).

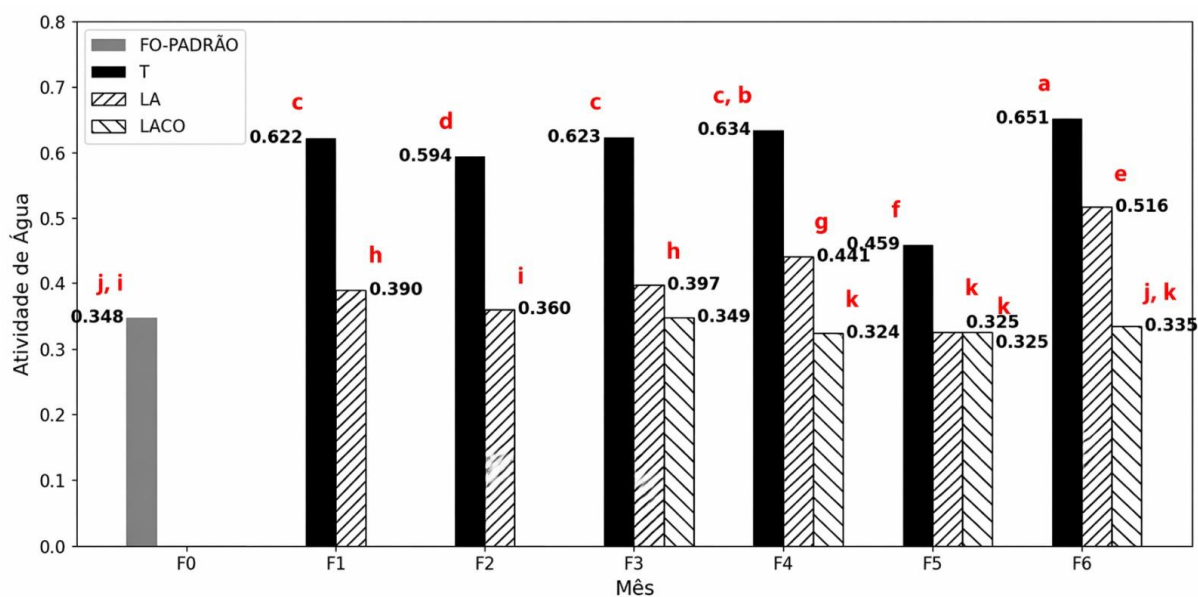


Figura 10. Evolução da atividade de água da farinha de cenoura ao longo do armazenamento

Legenda: F0-padrão: farinha de cenoura no tempo “0”; T: farinha de cenoura acondicionada em embalagem transparente; LA: farinha de cenoura acondicionada em embalagem laminada; LACO: farinha de cenoura acondicionada em embalagem laminada e congelada. F1 ao F6: meses subsequentes de avaliação.

O aumento progressivo da atividade de água ao longo do tempo pode ser explicado pela natureza higroscópica das fibras dietéticas presentes na cenoura, especialmente pectinas e hemiceluloses, que possuem alta afinidade por moléculas de água. Produtos desidratados de origem vegetal tendem a absorver umidade durante o armazenamento, principalmente quando acondicionados em embalagens com barreira insuficiente ao vapor d’água (Fellows, 2006).

Os valores de a_w permaneceram abaixo de 0,70 em todos os períodos, faixa considerada segura para produtos desidratados, uma vez que a maioria dos microrganismos deteriorantes e

patogênicos necessita de valores superiores a 0,85 para se desenvolver (Barbosa; Cânovas *et al.*, 2007; Ignaczak *et al.*, 2023).

No tempo inicial (F0), a farinha de cenoura apresentou atividade de água (aw) em torno de 0,348, indicando uma condição de desidratação eficaz com baixa disponibilidade de água livre, o que contribui para a estabilidade físico-química do ingrediente e reduz a suscetibilidade à deterioração microbiana. Valores de aw inferiores a 0,4 são comumente observados em produtos vegetais secos quando submetidos a processos de secagem eficientes, refletindo remoção significativa de água livre e melhor potencial de conservação (Ignaczak *et al.*, 2023).

A partir dos meses iniciais (F1 e F2), observou-se um aumento significativo da atividade de água, principalmente nos tratamentos da farinha armazenada em embalagem transparente (T), cujos valores atingiram aproximadamente 0,622 a 0,594, sugerindo maior higroscopicidade nas amostras do produto. Esse comportamento pode estar associado à absorção de umidade do ambiente durante o armazenamento, fenômeno comum em farinhas ricas em fibras alimentares, como a farinha de cenoura. Nos períodos intermediários (F3 e F4), a aw manteve-se relativamente estável, com valores próximos de 0,623 a 0,634 na amostra T, enquanto nas amostras LA e LACO apresentaram valores significativamente menores (0,349 a 0,441). Nos períodos finais (F5 e F6), observou-se um leve incremento adicional da aw, com destaque para a amostra T em F6 (0,651), valor que, embora mais elevado, ainda se encontra dentro do limite considerado seguro para produtos secos.

As amostras de farinha embalada em embalagem laminada (LA) e em embalagem laminada e congelada (LACO) permaneceram mais estáveis, com aw variando entre 0,325 e 0,516, demonstrando maior eficiência na manutenção da estabilidade hídrica ao longo do armazenamento. Além disso, valores de atividade de água (aw) abaixo de 0,60 são considerados vantajosos para minimizar a taxa de reações indesejadas, como o escurecimento não enzimático (reações de Maillard) e a degradação de compostos bioativos, incluindo carotenoides, pois a disponibilidade reduzida de água limita a mobilidade dos reagentes e a progressão dessas reações químicas durante o armazenamento de alimentos secos (Schutte, 2024).

A farinha de cenoura apresentou boa estabilidade ao longo de seis meses, especialmente nas amostras acondicionadas em embalagem laminada. As amostras apresentaram valores de aw compatíveis com alta estabilidade microbiológica, uma vez que fungos xerófilos raramente se desenvolvem abaixo de 0,65, conforme descrito por Jay, Loessner e Golden (2005).

A avaliação da estabilidade da farinha de cenoura mostrou que as características das amostras dependem do tratamento e embalagem adotados. Esses resultados reforçam a importância da escolha adequada do método de processamento e acondicionamento para garantir a qualidade e segurança do produto.

Umidade

A umidade é um dos parâmetros mais relevantes para a estabilidade de farinhas vegetais, pois influencia diretamente a conservação, a fluidez do pó, a ocorrência de reações químicas indesejáveis e o desenvolvimento microbiano.

No presente estudo, a estabilidade da umidade da farinha de cenoura foi avaliada ao longo de seis meses de armazenamento (F0 a F6), considerando diferentes embalagens e condições de armazenamento (Farinha de cenoura no tempo “0” - Padrão, Embalagem transparente, em temperatura ambiente - T, Embalagem laminada - LA e Embalagem laminada congelada - LACO).

Observou-se que os valores de umidade permaneceram abaixo de 20 % em todas as amostras, condição considerada adequada para farinhas vegetais desidratadas e indicativa da eficiência do processo de secagem e da relativa estabilidade durante o armazenamento (Figura 11). Na literatura, farinhas vegetais obtidas por desidratação apresentam teor de umidade

expressivamente reduzido, com valores frequentemente inferiores a 15 %, favorecendo a conservação e inibindo a atividade microbiana, o que é essencial para produtos secos estáveis (Ueda, 2023). Essa faixa de umidade reduzida está associada à maior vida útil e melhor estabilidade físico-química de farinhas alimentícias de origem vegetal, corroborando que o processo de secagem aplicado foi eficaz para a obtenção de um ingrediente seco tecnicamente adequado para utilização em formulações alimentares. O comportamento observado ao longo do armazenamento pode ser explicado pela composição química da cenoura, rica em fibras solúveis e insolúveis, como pectina, celulose e hemicelulose, que apresentam alta capacidade de retenção de água. Segundo Rahman (2007), farinhas vegetais tendem a apresentar ganho de umidade quando armazenadas em condições de umidade relativa moderada, especialmente se a embalagem não oferece barreira eficiente ao vapor d'água.

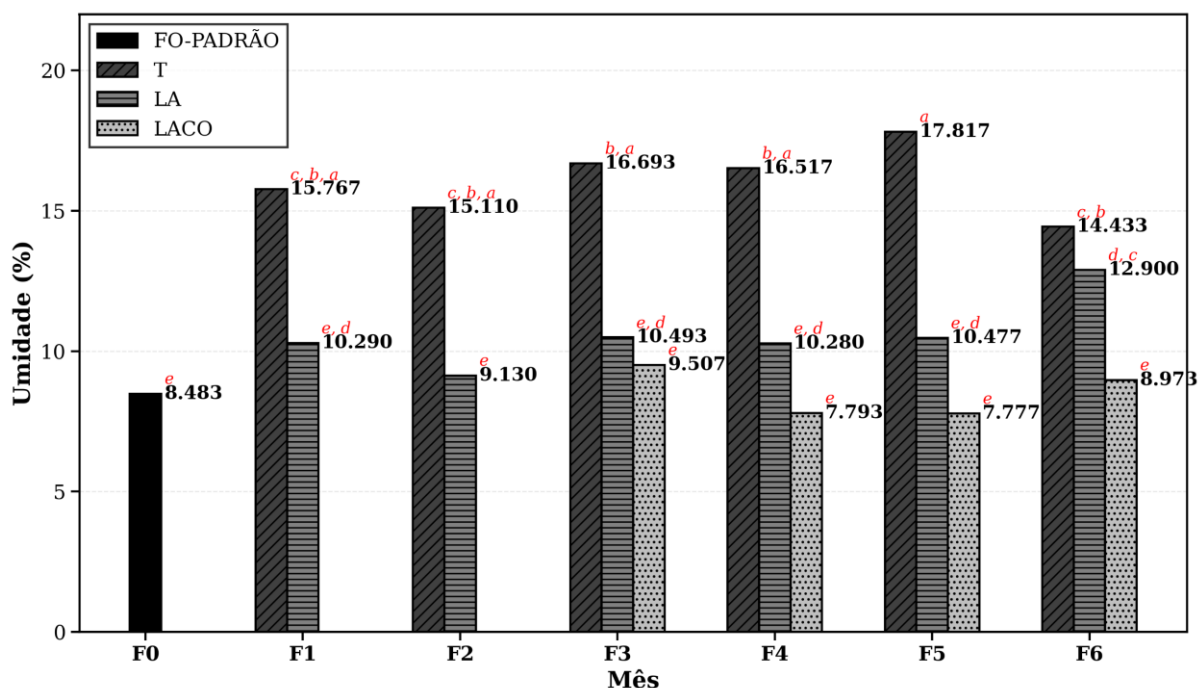


Figura 11. Evolução da umidade da farinha de cenoura ao longo do armazenamento

Legenda: F0-padrão: farinha de cenoura no tempo “0”; T: farinha de cenoura acondicionada em embalagem transparente; LA: farinha de cenoura acondicionada em embalagem laminada; LACO: farinha de cenoura acondicionada em embalagem laminada e congelada. F1 a F6: meses subsequentes de avaliação.

No tempo inicial (F0), a amostra padrão apresentou um teor de umidade de 8,48 %, caracterizando um produto adequadamente seco e compatível com valores reportados na literatura para farinhas de hortaliças desidratadas inferiores a 15 % (Ueda, 2023). Lisboa *et al.* (2012) encontraram teor de água inicial de 7,5 % em farinha de figo-da-índia desidratada a 90 °C em estufa de circulação de ar forçado, enquanto Gomes *et al.* (2004) reportaram umidade de aproximadamente 8 % em farinha de acerola após estocagem. Pereira *et al.* (2023) determinaram que farinhas de beterraba desidratadas a 80°C por 5 horas resultaram em 8 % de umidade, teor considerado ideal para consumo. Silva *et al.* (2024), ao caracterizarem farinhas de bagaço de uva obtidas por diferentes métodos de secagem, encontraram teores de umidade variando entre 0,5 % (liofilização) e 4,71 % (secagem em estufa a 45 °C).

Esse resultado sugere que o processo de secagem inicial foi eficiente na remoção da água livre e parcialmente ligada, processo fundamental para produção de farinhas com baixa umidade e consequente redução da carga microbiana (Pereira *et al.*, 2023). A partir do primeiro mês (F1), verificou-se um aumento significativo da umidade na amostra de farinha de cenoura acondicionada em embalagem transparente (T = 15,77 %) e na embalagem laminada (LA = 10,29 %), enquanto a amostra com embalagem laminada congelada, no terceiro mês, apresentou valor intermediário (LACO = 9,5 %). Esse incremento pode ser atribuído à absorção de umidade do ambiente, evidenciando o caráter higroscópico da farinha de cenoura, especialmente devido à presença de fibras alimentares e carboidratos estruturais. Valores de umidade superiores a 15 % podem favorecer reações de escurecimento não enzimático, degradação de carotenoides e redução da fluidez do pó, comprometendo a qualidade tecnológica do produto. Nesse contexto, a amostra T, embora estável do ponto de vista microbiológico, apresentou maior susceptibilidade à absorção de umidade ao longo do tempo.

Nos meses subsequentes (F2 e F3), os valores de umidade mantiveram-se relativamente estáveis, embora com tendência de elevação gradual, principalmente na amostra T, que atingiu 16,69 % em F3. Em contrapartida, as amostras LA e LACO apresentaram valores inferiores, variando entre 9,13 % e 10,49 %, indicando maior eficiência na manutenção da estabilidade hídrica. Essa característica é desejável para aplicações industriais, pois contribui para maior vida útil, melhor manuseio e menor risco de deterioração físico-química.

Durante os períodos F4 e F5, observou-se o maior teor de umidade na amostra T, alcançando 17,82 % em F5, valor superior as demais amostras. Apesar disso, esse teor ainda se encontra dentro de limites aceitáveis para farinhas vegetais, embora mais próximo da faixa que pode favorecer reações de deterioração química.

No período final (F6), verificou-se uma redução relativa da umidade na amostra T (14,43 %), possivelmente associada a variações ambientais ou redistribuição da água no sistema. Já as amostras LA (12,90 %) e LACO (8,97 %) mantiveram valores mais baixos e estáveis, reforçando a superioridade dessas embalagens na preservação da umidade ao longo do armazenamento.

É importante destacar que a estabilidade da umidade está diretamente relacionada à atividade de água, sendo ambos parâmetros fundamentais para a segurança e qualidade de farinhas desidratadas. Estudos indicam que teores de umidade abaixo de 12 % associados a baixos valores de atividade de água reduzem significativamente a probabilidade de crescimento microbiano e de perdas nutricionais (Labuza, 1970; Fellows, 2006).

Assim, os resultados obtidos indicam que a farinha de cenoura, especialmente as amostras LA e LACO, apresenta condições favoráveis para armazenamento prolongado, reforçando seu potencial como ingrediente funcional em produtos cárneos.

Esses resultados reforçam a importância do controle das condições de processamento, embalagem e armazenamento para garantir a estabilidade e a aplicabilidade tecnológica de farinhas vegetais.

Cor

A cor é um atributo de qualidade de produtos derivados de hortaliças, sobretudo da cenoura, cuja coloração característica está diretamente associada ao teor de carotenoides, em especial o β -caroteno.

Alterações nos parâmetros de cor ao longo do armazenamento podem indicar degradação de pigmentos, reações oxidativas ou escurecimento não enzimático.

Na caracterização da cor da farinha de cenoura foi avaliada por meio dos parâmetros L^* (luminosidade), a^* (intensidade do vermelho) e b^* (intensidade do amarelo), ao longo de diferentes meses de armazenamento e tratamentos (Figura 12).

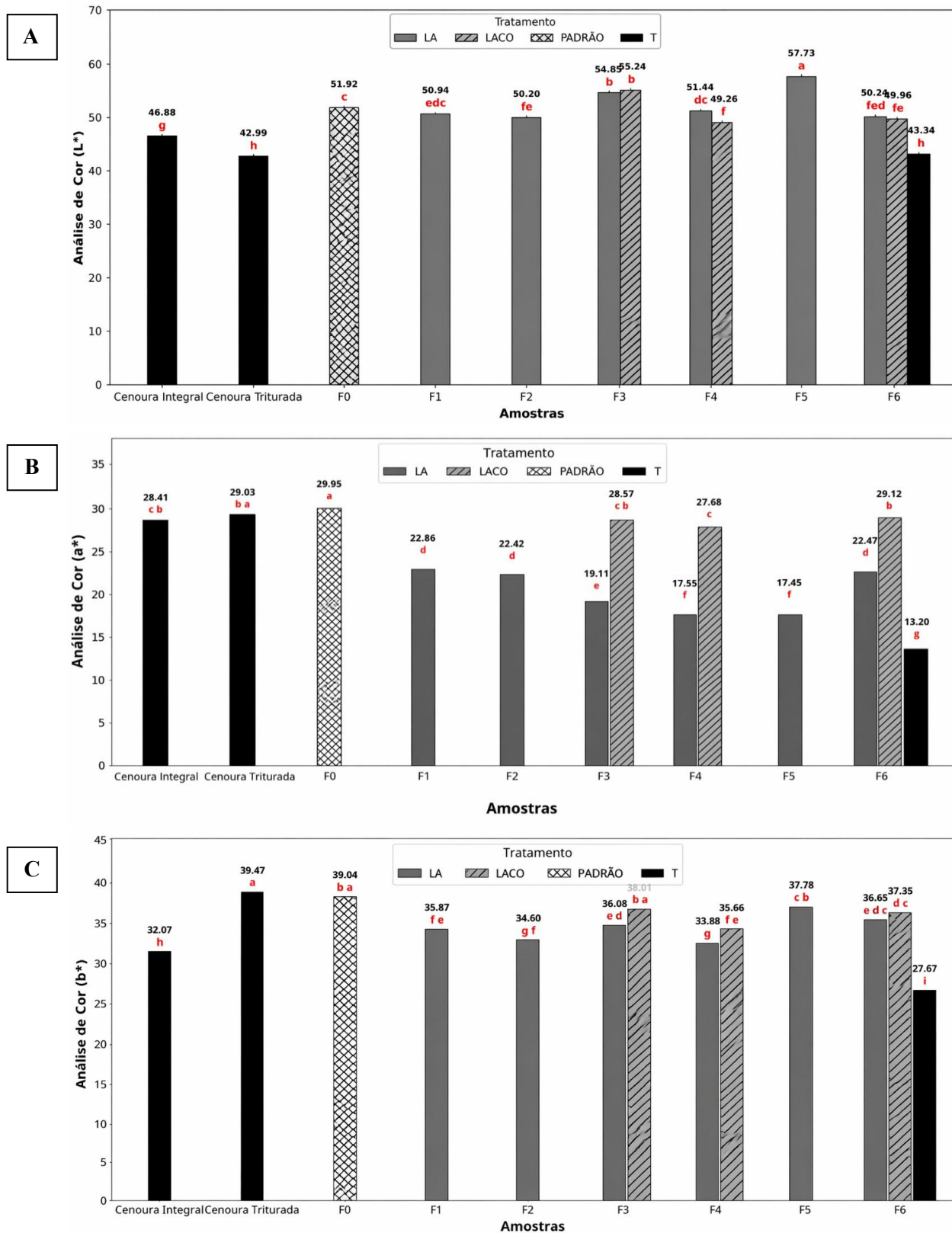


Figura 12. Avaliação da cor da farinha de cenoura ao longo do armazenamento

Legenda: A - L*: luminosidade; B - a*: intensidade do vermelha; C - b*: intensidade do amarela. F0-padrão: farinha de cenoura no tempo "0"; T: acondicionada em embalagem transparente; LA: acondicionada em embalagem laminada; LACO: acondicionada em embalagem laminada e congelada. F1 ao F6: meses.

Os valores de L^* variaram de aproximadamente 43,0 a 57,7, indicando diferenças estatísticas entre as amostras e ao longo do tempo. As menores luminosidades foram observadas na cenoura triturada e nos estágios de F6 (T), caracterizando amostras visualmente mais escuras. Esse comportamento pode estar associado à maior retenção de umidade inicial e à presença de partículas mais finas, que favorecem a absorção de luz.

Ao longo do armazenamento, observou-se uma tendência de aumento dos valores de L^* , especialmente nas amostras LA, com destaque para F5-La (57,73) e F3-La (54,87). Esse aumento da luminosidade sugere um clareamento gradual da farinha, possivelmente relacionado à degradação parcial de pigmentos carotenoides e à reorganização estrutural da matriz do pó durante o armazenamento.

A presença de letras diferentes na análise estatística indica que essas variações foram significativas ($p < 0,05$), reforçando que o tempo e o tratamento influenciaram diretamente a estabilidade da luminosidade da farinha.

O parâmetro a^* , associado à intensidade da cor vermelha, apresentou valores entre 13,20 e 29,45, com diferenças marcantes entre as amostras e meses. Os menores valores foram observados na amostra F6-T, indicando menor intensidade de vermelho, enquanto os maiores valores ocorreram na cenoura triturada e no tempo inicial (F0).

Ao longo dos meses, verificou-se uma redução progressiva dos valores de a^* nas amostras LA e T, evidenciando perda da tonalidade avermelhada característica da cenoura. Essa redução é um indicativo clássico de degradação de carotenoides, principalmente por oxidação lipídica e exposição ao oxigênio residual da embalagem transparente.

Segundo Rodriguez-Amaya (2019), carotenoides são altamente sensíveis à luz, oxigênio e temperatura, sendo comum a diminuição da intensidade de vermelho em produtos desidratados durante o armazenamento. Assim, os resultados obtidos corroboram achados da literatura e indicam que, embora a farinha apresente estabilidade visual aceitável, há perda gradual de pigmentos ao longo do tempo.

Os valores de b^* variaram de 27,67 a 39,47, refletindo alterações na intensidade da coloração amarela. As menores médias foram observadas no tratamento F6-T, enquanto os maiores valores ocorreram na cenoura triturada e no tempo inicial (F0), indicando maior intensidade de amarelo nas amostras recém-processadas.

Ao longo do armazenamento, observou-se uma tendência geral de redução dos valores de b^* , especialmente nas amostras LA, embora alguns períodos intermediários tenham apresentado relativa estabilidade. Essa diminuição pode estar associada à degradação de carotenoides amarelos, visto que calor, luz, ação enzimática e oxidação promovida por peróxidos estão entre os principais fatores que promovem a degradação desses pigmentos (Silva *et al.*, 2024).

Adicionalmente, a ocorrência de reações de escurecimento não enzimático, particularmente a reação de Maillard, pode alterar o equilíbrio cromático do produto durante o armazenamento, uma vez que essa reação ocorre entre açúcares redutores e aminoácidos, sendo influenciada pela temperatura e pelo tempo de estocagem (Milkpoint, 2023).

Estudos relatam que a diminuição de b^* em farinhas de hortaliças está diretamente relacionada à oxidação de pigmentos e à interação destes com componentes da matriz alimentar, como fibras e proteínas (Kamiloglu *et al.*, 2016).

De forma integrada, os resultados indicam que a farinha de cenoura apresentou alterações significativas de cor ao longo do armazenamento, com tendência de aumento da luminosidade (L^*) e redução das coordenadas cromáticas a^* e b^* .

Esse comportamento sugere um clareamento visual associado à perda gradual de carotenoides, uma vez que entre os principais fatores que promovem a degradação desses pigmentos estão o calor, a luz, a ação enzimática e a oxidação promovida por peróxidos da oxidação lipídica (Silva *et al.*, 2024).

Esse fenômeno de branqueamento é característico de produtos vegetais desidratados durante o armazenamento, resultante da deterioração oxidativa que leva à reação dos pigmentos carotenoides com intermediários reativos formados ao longo do tempo (Aditivos Ingredientes, 2026).

Apesar dessas alterações, os valores permaneceram dentro de faixas consideradas aceitáveis do ponto de vista sensorial e tecnológico, especialmente nas amostras LA, que demonstraram maior estabilidade cromática ao longo do tempo.

Esses resultados reforçam a importância do controle das condições de processamento e armazenamento, como uso de embalagens com barreira ao oxigênio e à luz, para preservar a qualidade visual e nutricional da farinha. As embalagens laminadas do presente estudo eram do tipo multicamadas, apresentando adequada capacidade de barreira externa.

Considerando os valores apresentados nas Figuras 12 (L^* , a^* e b^*), o cálculo da variação total de cor (ΔE) foi realizado em relação ao tempo zero (F_0) (CIELAB):

$$\Delta E = \sqrt{(L_t^* - L_0^*)^2 + (a_t^* - a_0^*)^2 + (b_t^* - b_0^*)^2}$$

Adotando como referência o tempo inicial (F_0 : $L^* = 51,92$; $a^* = 29,95$; $b^* = 39,04$), foram estimados os seguintes valores de ΔE para a amostra LA ao longo do armazenamento:

F1: $\Delta E \approx 9,11$

F2: $\Delta E \approx 10,19$

F3: $\Delta E \approx 12,57$

F4: $\Delta E \approx 15,01$

F5: $\Delta E \approx 17,69$

F6: $\Delta E \approx 11,62$

Observa-se aumento progressivo do ΔE até F5, indicando acentuada modificação cromática ao longo do armazenamento. De acordo com critérios de percepção visual, valores de ΔE superiores a 3,0 já são considerados facilmente perceptíveis ao consumidor (Pathare; Opara; Al-Said, 2013). Assim, todos os tempos avaliados apresentaram variação visual significativa em relação ao tempo zero.

O incremento do ΔE foi principalmente influenciado pela redução dos parâmetros a^* e b^* , associada à degradação de carotenoides, especialmente o β -caroteno, pigmento majoritário da cenoura. A diminuição da intensidade de vermelho (a^*) e amarelo (b^*) indica perda de pigmentos por oxidação e possível ocorrência de reações de escurecimento não enzimático durante o armazenamento.

Segundo Rodriguez-Amaya (2019), carotenoides são altamente suscetíveis à ação do oxigênio, luz e temperatura, fatores que promovem isomerização e degradação oxidativa, resultando em alterações perceptíveis de cor.

Além disso, alterações estruturais na matriz do pó e interações com umidade residual podem contribuir para mudanças na refletância da superfície, afetando a luminosidade (L^*) e intensificando o ΔE ao longo do tempo, conforme discutido por Pathare; Opara; Al-Said, (2013). Embora os valores de ΔE indiquem variação cromática, observa-se que a amostra LA, apresentou comportamento relativamente mais estável quando comparado a amostra T, sugerindo que as condições de processamento e armazenamento influenciaram diretamente a retenção de pigmentos.

Estratégias como uso de embalagens com barreira ao oxigênio e controle rigoroso de atividade de água são fundamentais para minimizar a degradação oxidativa e preservar a qualidade visual da farinha.

De modo geral, os resultados confirmam que, apesar da manutenção dentro de faixas tecnológicas aceitáveis, houve alteração cromática progressiva ao longo do armazenamento,

evidenciada por valores elevados de ΔE , refletindo perda parcial de carotenoides e modificação do equilíbrio cromático do produto.

Teor de carotenoides

Este trabalho também analisou a estabilidade de carotenoides da farinha de cenoura armazenada por seis meses em diferentes tipos de embalagem (Figura 13).

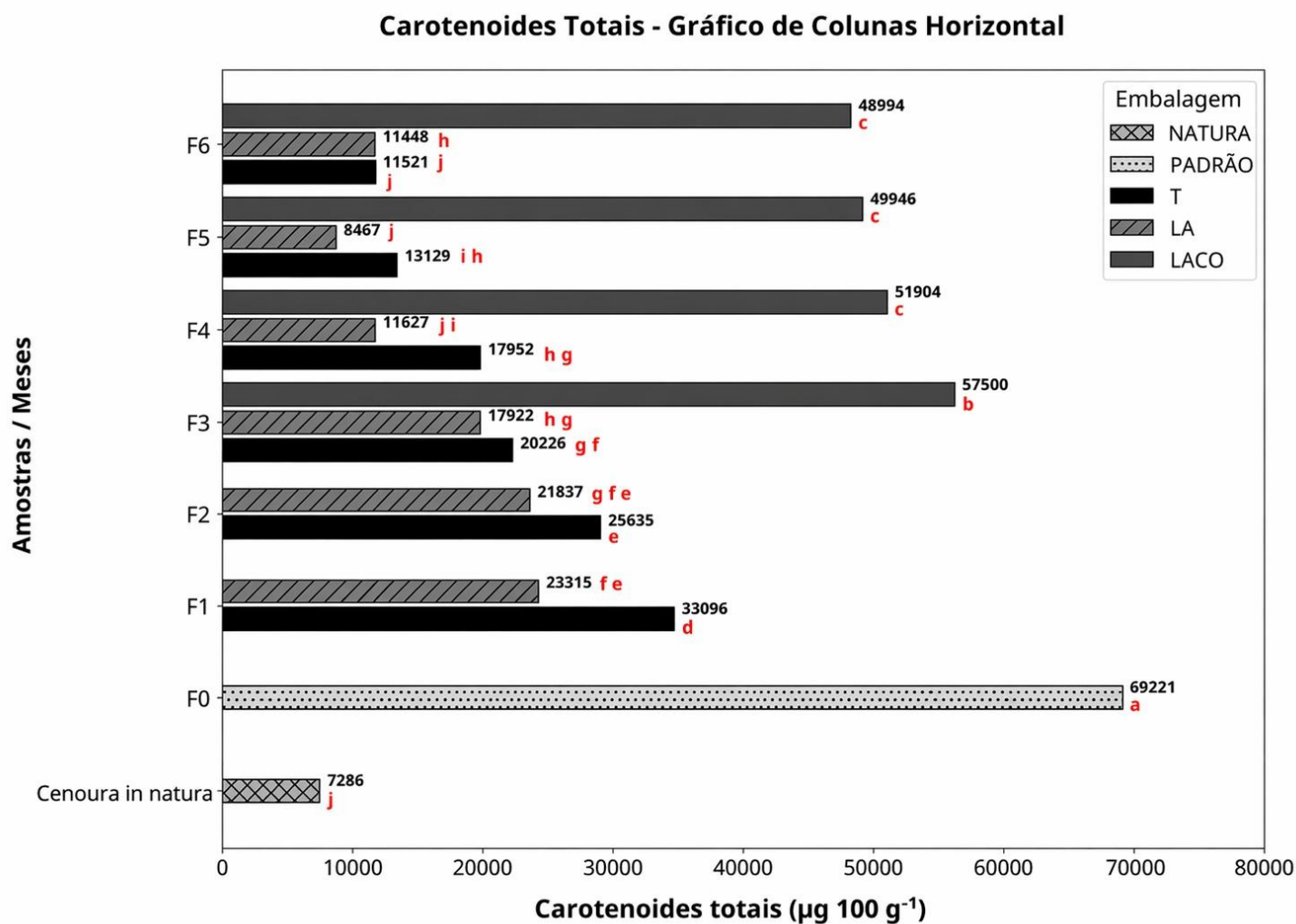


Figura 13. Avaliação do teor de conteúdo de carotenoides totais da cenoura da farinha de cenoura ao longo do armazenamento

Legenda: Cenoura *in natura*; Padrão: farinha de cenoura no tempo “0”; T: farinha de cenoura acondicionada em embalagem transparente; LA: farinha de cenoura acondicionada em embalagem laminada; LACO: farinha de cenoura acondicionada em embalagem laminada e congelada. Natural: Cenoura *in natura*. F0 a F6: meses subsequentes de avaliação.

A amostra F0 representa a farinha no tempo inicial, com o maior teor de carotenoides (69221,40 µg/100g), servindo como referência para avaliar a degradação ao longo do tempo. As demais amostras foram armazenadas por diferentes períodos (F1 a F6, correspondendo a 1 a 6 meses) e em diferentes embalagens: laminada (LA), embalagens: laminada congelada (LACO) e transparente (T).

Ao analisar a degradação dos carotenoides ao longo dos seis meses, observa-se uma tendência clara de redução do teor em todas as amostras, indicando a ocorrência de reações degradativas. A comparação entre as embalagens revela informações importantes sobre a proteção oferecida por cada material.

As amostras acondicionadas na embalagem transparente (T) apresentaram, consistentemente, maiores teores de carotenoides em comparação com as da embalagem laminada (LA) no mesmo período de armazenamento.

Esta observação é contraintuitiva, uma vez que a literatura aponta que embalagens laminadas, por oferecerem maior barreira à luz e ao oxigênio, deveriam preservar melhor os carotenoides.

O teste de Tukey mostra que, nos meses iniciais (1 e 2), entre as amostras F1-T (d) e F1-LA (f, e), e entre F2-T (e) e F2-LA (g, f, e) existem diferenças estatísticas.

Embora as embalagens laminadas sejam reconhecidas pela proteção contra a fotodegradação, no presente estudo observou-se menor estabilidade dos carotenoides nesta condição em comparação à embalagem transparente. Este comportamento pode ser atribuído à sensibilidade térmica dos pigmentos.

Conforme discutido por Mellado-Ortega e Hornero-Méndez (2017), temperaturas de armazenamento entre 25 e 35 °C influenciam o equilíbrio entre a degradação e a esterificação protetora. É possível, como hipótese interpretativa, que a condutividade térmica da embalagem laminada tenha favorecido um fenômeno termo-oxidativo mais acentuado, impedindo a estabilização por esterificação ou acelerando a fragmentação molecular dos carotenoides devido ao calor retido no interior do invólucro. Porém, com o passar do tempo, as diferenças diminuem, e no sexto mês, as amostras F6-T e F6-LA em temperatura ambiente, não apresentam diferença estatística entre si (ambas com letras j, i).

Amostras acondicionadas em embalagem laminada e mantidas congeladas apresentaram teor de carotenoides maior quando comparadas com as demais embalagens, com valor de 57500 µg/100g, no terceiro mês (F3). Além disso, não mostrou diferença estatística para os valores entre os meses F4 e F6, o que revelou boa estabilidade na farinha.

A análise dos carotenoides totais ao longo do armazenamento demonstra que a embalagem laminada associada ao congelamento (LACO) foi a condição mais eficiente na retenção desses compostos bioativos.

Embora todas as amostras tenham apresentado redução em relação ao tempo zero ($F_0 = 69.221 \mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$), a amostra LACO manteve os maiores teores residuais durante todo o período avaliado, alcançando $57.500 \mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ em F3 e permanecendo próximo de $49.000 \mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ até F6, valores superiores aos observados nas embalagens transparente (T) e laminada sob temperatura ambiente (LA).

A maior estabilidade na amostra LACO pode ser atribuída à combinação de barreira ao oxigênio e à luz proporcionada pela embalagem laminada, associada à redução da taxa de reações oxidativas em condições de congelamento, fatores reconhecidamente determinantes na preservação de carotenoides, uma vez que esses pigmentos são altamente suscetíveis à oxidação e à degradação fotoquímica (Rodríguez-Amaya, 2019; Pathare *et al.*, 2013).

Mesmo com perdas ao longo do tempo, os teores residuais observados na amostra LACO permanecem tecnologicamente relevantes, mantendo concentrações expressivas de compostos com potencial funcional e atividade antioxidante.

Dessa forma, conclui-se que a condição de embalagem laminada sob congelamento atende de maneira mais eficaz ao objetivo da tese, pois assegura melhor conservação dos carotenoides e confirma a viabilidade da farinha de cenoura como ingrediente funcional promissor para incorporação em coprodutos cárneos e pesqueiros, agregando valor nutricional sem comprometer sua aplicabilidade tecnológica.

A Tabela 4 comparou os resultados do presente estudo com achados da literatura referente ao perfil carotenogênico da cenoura a e farinha da cenoura.

Tabela 4. Perfil carotenogênico da cenoura a e farinha da cenoura

Matriz	Condição / Tratamento	β -caroteno ($\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$)	α -caroteno ($\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$)	Luteína ($\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$)	Carotenoides totais ($\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$)	Base	Referências
Cenoura <i>in natura</i>	Tecido fresco	6000–9000	3000–5000	200–500	9000–15000	Base úmida	USDA (2019); Kazimierczak <i>et al.</i> (2022)
Cenoura <i>in natura</i>	Tecido fresco	—	—	—	7286	Base úmida	PRESENTE TESE
Farinha de cenoura	Estufa (50–70 °C)	18000– 35000	9000–18000	500–1500	25000–45000	Base seca	Sharma <i>et al.</i> (2012); Saini <i>et al.</i> (2015)
Farinha de cenoura	Estufa (60 °C, ar quente)	20000– 32000	10000–16000	600–1200	30000–42000	Base seca	Kamiloglu <i>et al.</i> (2016)
Farinha de cenoura (F0)	Estufa (55 °C, ar quente)	—	—	—	69221	Base seca	PRESENTE TESE
Cenoura processada	Metabolômica e atmosfera controlada	15000– 30000	8000–15000	500–1200	20000–40000	base seca	Zheng <i>et al.</i> (2024); Song <i>et al.</i> (2021)
Farinha de cenoura (F1–F6)	Estudo de estabilidade (T °C ambiente e congelada)	—	—	—	23315–57500	Base seca	PRESENTE TESE

Legenda: Cenoura *in natura*; F0: farinha de cenoura no tempo “0”; F1 ao F6: meses subsequentes de avaliação.

A cenoura é amplamente reconhecida por seu alto teor de carotenoides, especialmente α -caroteno e β -caroteno, que são precursores da vitamina A e possuem relevante atividade antioxidante. A desidratação da cenoura para produção de farinha é uma estratégia para aumentar sua vida útil e facilitar sua incorporação em diversos produtos alimentícios.

Os resultados apresentados na tabela 4 evidenciam que a farinha de cenoura apresentou teores de carotenoides totais superiores aos relatados na literatura para produtos similares obtidos por secagem em estufa, atingindo valores de até 69.221 $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ no tempo inicial. Estudos prévios reportam valores entre 25.000 e 45.000 $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ para farinhas obtidas por secagem convectiva, com predominância de β -caroteno e α -caroteno (SHARMA *et al.*, 2012; Saini RK *et al.*, 2015; Kamiloglu S *et al.*, 2016).

A diferença observada pode estar associada a fatores como cultivar, condições de secagem, espessura do material e eficiência na retenção de carotenoides (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001; SHARMA *et al.*, 2012). Adicionalmente, a redução progressiva dos teores ao longo do armazenamento observada neste trabalho está em concordância com a literatura, sendo atribuída à degradação oxidativa e à isomerização dos carotenoides, processos intensificados pela presença de oxigênio, luz e temperatura (Saini RK *et al.*, 2015; Kamiloglu S *et al.*, 2016; Song *et al.*, 2021; Zheng *et al.*, 2024).

5.4 Rendimento da Carne Triturada de Ubarana

Foram utilizadas 25 unidades de ubarana, que apresentaram comprimento entre 55 e 86 cm - com média de 68,08 cm - e peso na faixa de 0,950 a 3,200 kg, correspondendo a uma média de 1,900 kg. Para o cálculo do rendimento utilizou-se o peso do pescado após o corte em filés sem a pele, dividido pelo peso dos peixes inteiros, multiplicado por 100. O peso total analisado foi de 47,450 kg. O peso dos filés sem pele foi de 22,100 kg (46,57 % do peso total).

A CTP apresentou rendimento de 45,97 % em relação ao peso total. A massa de resíduo gerada (escamas, barbatanas, cabeça, vísceras, rabo e descartes) foi equivalente a 25,300 kg, ou seja, 53,31 % do peso total (Tabela 4).

Tabela 5. Rendimento do processo de obtenção da CTP de ubarana

UBARANA	BRUTO	FILE sem pele	CTP	RESÍDUO
Massa (kg)	47,45	22,10	21,80	25,30
Rendimento (%)		46,57	45,97	53,31

O rendimento de 46% obtido para a carne triturada de ubarana (CTP) deve ser analisado à luz das características morfoanatômicas da espécie, classificada como *bycatch*, altamente espinhosa, de carne mole e sem aptidão para filetagem convencional. Sob a ótica tecnológica, esse rendimento pode ser considerado expressivo, visto que espécies com elevada quantidade de espinhas e baixa conformação para cortes anatômicos apresentam, geralmente, baixo aproveitamento quando destinadas à produção de filés. Em espécies tradicionalmente filetadas, como a tilápia (*Oreochromis niloticus*), os rendimentos médios de filé variam entre 30 % e 40 %, dependendo do porte do animal e do método de processamento (Souza *et al.*, 2000; Boscolo *et al.*, 2001).

Contudo, diferentemente da tilápia, que possui mercado estruturado para filés, a ubarana apresenta limitações estruturais que inviabilizam economicamente esse tipo de processamento. Nesse cenário, a obtenção de carne triturada mecanicamente surge como alternativa tecnológica viável, permitindo recuperar frações musculares que seriam subaproveitadas e ampliando as possibilidades de aplicação industrial em produtos reestruturados.

Sob a perspectiva ambiental, o aproveitamento de espécies capturadas como fauna acompanhante está alinhado às diretrizes internacionais de sustentabilidade e uso integral dos recursos pesqueiros, promovendo maior eficiência produtiva e redução de descartes (FAO, 2020). Dessa forma, o processamento da ubarana para obtenção de CTP configura estratégia coerente com os princípios da economia circular e da gestão sustentável dos recursos aquáticos.

Do ponto de vista econômico e social, a transformação de uma espécie sem mercado formal consolidado em matéria-prima intermediária representa importante oportunidade de agregação de valor. A CTP possibilita a inserção da ubarana em cadeias produtivas de alimentos formatados, como almôndegas, hambúrgueres e empanados, ampliando seu potencial de comercialização em mercados institucionais e na alimentação coletiva.

Nesse contexto, políticas públicas como o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) incentivam a aquisição de produtos da pesca e da agricultura familiar, fortalecendo cadeias produtivas locais e promovendo segurança alimentar (Brasil, 2020).

Ademais, a comercialização da CTP na forma de polpa congelada favorece a padronização, a conservação e a distribuição do produto, contribuindo para a inclusão produtiva de pescadores artesanais e para a geração de renda em comunidades costeiras.

Assim, o rendimento de 46 % de carne triturada de ubarana não apenas evidencia viabilidade tecnológica frente à impossibilidade de filetagem tradicional, mas também

representa alternativa estratégica sob as dimensões ambiental, econômica e social, ampliando o aproveitamento de recursos pesqueiros subutilizados.

5.5 Caracterização da Almôndega de Ubarana: cor, textura e umidade.

Cor

A caracterização instrumental da cor das matérias-primas constitui etapa estratégica na análise dos tratamentos, especialmente quando se objetiva desenvolver um produto reestruturado com identidade visual atrativa e padronização tecnológica.

No presente estudo, a carne de ubarana, de coloração naturalmente clara, a farinha de cenoura, rica em carotenoides responsáveis por tonalidades alaranjadas intensas, e a fécula de mandioca, de aspecto esbranquiçado e neutro, apresentam perfis cromáticos distintos que influenciam diretamente o resultado da formulação (Figura 14).



Figura 14. Aparências das almôndegas obtidas de acordo com os tratamentos do delineamento experimental

Sendo: CTP de Ubarana (U)/ Farinha de cenoura (FC)/ Fécula de mandioca (FM). T1:U-100%; T2: U-20%, FC-80%; T3: U-20%, FM-80%; T4: U-20%, FC-40%, FM-40%; T5: U-6%, FM-40%; T6: U-60%, FC-40%; T7: U-34%, FC-13%, FM-53%; T8: U-34%, FC-53%, FM-23%; T9: U-74%, FC-13%, FM-13%; T10: U-46%, FC-27%, FM-27%; T11: U-46%, FC-27%, FM-27%; T12: U-46%, FC-27%, FM-27%

A análise dos parâmetros L^* , a^* e b^* (Tabela 5) permite prever como as proporções desses ingredientes impactam a luminosidade, a intensidade de vermelho e amarelo e o equilíbrio cromático da almôndega, auxiliando na definição de combinações que resultem em aparência homogênea e sensorialmente aceitável.

Tabela 6. Teor de cor das amostras de almôndega

Tratamento	Formulação (U:FC:FM)	L^* (Média $\pm$ DP)	a^* (Média $\pm$ DP)	b^* (Média $\pm$ DP)
T1	100:0:0	55,18 $\pm$ 2,34 a	0,04 $\pm$ 0,12 f	14,12 $\pm$ 1,78 e
T2	20:80:0	35,19 $\pm$ 1,89 e	22,33 $\pm$ 2,15 b	33,87 $\pm$ 2,43 a
T3	20:0:80	48,03 $\pm$ 2,67 b	0,83 $\pm$ 0,29 f	13,66 $\pm$ 1,92 e
T4	20:40:40	36,05 $\pm$ 1,95 de	18,59 $\pm$ 1,87 c	31,23 $\pm$ 2,18 ab
T5	60:0:40	42,01 $\pm$ 2,12 c	2,55 $\pm$ 0,34 f	15,18 $\pm$ 1,65 e
T6	60:40:0	37,29 $\pm$ 1,73 de	18,87 $\pm$ 1,76 bc	27,28 $\pm$ 2,05 bc
T7	33:13:53	38,65 $\pm$ 2,08 d	12,41 $\pm$ 1,23 d	27,39 $\pm$ 1,98 bc
T8	33:53:13	35,64 $\pm$ 1,84 e	19,03 $\pm$ 1,94 bc	27,11 $\pm$ 2,12 bc
T9	73:13:13	42,72 $\pm$ 2,25 c	10,12 $\pm$ 1,15 e	21,26 $\pm$ 1,85 d
T10	47:27:27	38,21 $\pm$ 1,67 d	14,98 $\pm$ 1,38 d	23,37 $\pm$ 1,74 cd
T11	47:27:27	40,10 $\pm$ 1,92 cd	14,63 $\pm$ 1,41 d	21,99 $\pm$ 1,69 d
T12	47:27:27	38,87 $\pm$ 1,75 d	17,14 $\pm$ 1,58 c	26,71 $\pm$ 1,96 bc
F. Cenoura		55,54 $\pm$ 3,12 a	28,57 $\pm$ 2,78 a	38,01 $\pm$ 2,89 a

resultados expressos em médias e desvio padrão. Luminosidade (L^*); Intensidade de Vermelho (a^*)*; Intensidade de Amarelo (b^*)*. Letras diferentes indicam diferença estatística pelo teste de *tukey* ($p < 0,05$). U: CTP de ubarana; FC: Farinha de cenoura; FM: Fécula de mandioca. 24% na formulação se refere aos temperos.

Em produtos como almôndegas, a cor é um dos primeiros atributos avaliados pelo consumidor e exerce influência decisiva na percepção de frescor, qualidade e sabor esperado. Assim, compreender a contribuição individual de cada matéria-prima para o perfil de cor não apenas subsidia o ajuste das formulações no delineamento experimental, mas também assegura coerência visual com a proposta do produto, agregando valor tecnológico e potencial de aceitação no mercado.

A substituição parcial da carne de ubarana por farinha de cenoura e fécula de mandioca provoca uma redução do parâmetro L^* (luminosidade) nas amostras com mais de 40 % de farinha de cenoura, o que é comum em produtos cárneos adicionados de fibras vegetais, que tendem a absorver mais luz. A adição de fécula de mandioca provocou o aumento da luminosidade em comparação com o uso exclusivo de farinha de cenoura. (Kurt *et al.*, 2018).

Os valores de a^* e b^* apresentaram uma correlação direta com a concentração de farinha de cenoura. Enquanto o peixe puro (T1) tem pigmentação quase nula de vermelho ($a^* = 0,04$), a introdução da farinha de cenoura eleva esse parâmetro para valores acima de 20. Esse efeito é atribuído à retenção de pigmentos após o processamento, funcionando como um substituto natural para corantes artificiais em embutidos e produtos reformulados. (Fernandes *et al.*, 2017).

A farinha de cenoura pura apresentou o maior potencial cromático ($a^* = 28,57$; $b^* = 38,01$), refletindo-se nos tratamentos com maiores proporções desse ingrediente (T2, T4, T6 e T8). Apesar da redução dos valores nas almôndegas devido ao efeito de diluição pela matriz proteica da ubarana e pela fécula de mandioca, a farinha mostrou-se eficaz em mascarar a palidez da carne de peixe (Dincer, 2018; Nurhasanah *et al.*, 2024).

Os baixos desvios padrão indicam boa precisão experimental, com menor variabilidade para L^* em T6 e T10. O coeficiente de variação médio ($\approx 4,8\%$) foi considerado excelente para análises colorimétricas, demonstrando que os dados estão homogêneos (próximos à média).

Para a intensidade de vermelho (a^*)*, a maior estabilidade foi observada em T1 (DP = 0,12), confirmando a homogeneidade cromática da ubarana pura. Os tratamentos com farinha de cenoura apresentaram DP entre 1,15 e 2,78, valores considerados aceitáveis para produtos

com pigmentos naturais. Os pontos centrais (T10, T11, T12) mostram desvios similares (1,38-1,58), para a avaliação da cor.

Quanto a intensidade de amarelo (b^*)*, verificou-se comportamento uniforme, com todos os tratamentos apresentando $DP < 2,5$, demonstrando controle adequado do processo. Os maiores desvios nos tratamentos com maior concentração de farinha de cenoura (T2, T4), refletindo a variabilidade natural dos carotenoides e sugerindo correlação positiva com o teor do ingrediente.

O coeficiente de variação (CV) calculado para cada parâmetro confirmou a homogeneidade dos dados, quais sejam; L^* : CV médio = 4,2 % (Excelente), a^* : CV médio = 8,7 % (Bom) e b^* : CV médio = 7,1 % (Bom). Estes valores estão dentro dos padrões internacionais para análises colorimétricas em alimentos, onde $CV \leq 10$ %, é considerado aceitável para estudos de desenvolvimento de produtos. A análise de variância (ANOVA) seguida do teste de Tukey revelou diferenças altamente significativas ($p < 0,001$) entre os tratamentos para todos os parâmetros, com poder estatístico superior a 95 %. A sobreposição mínima dos desvios padrão entre grupos com letras diferentes confirma a robustez das distinções cromáticas observadas.

Resultados distintos foram relatados por Bainy *et al.* (2015a) que observaram maior luminosidade (L^*) em *fishburger* elaborados com filé de tilápia, com valores de 69,1 (cru) e 65,5 (assado). Em comparação, a menor luminosidade verificada no presente trabalho pode estar relacionada às características específicas da carne triturada de ubarana na formulação, que apresenta coloração naturalmente mais escura.

Textura

A fécula de mandioca deve ser compreendida, no contexto da formulação desenvolvida, como um agente estruturante do sistema alimentar e não apenas como um componente auxiliar de formulação. Constituída predominantemente por amido, sua funcionalidade tecnológica está associada à capacidade de gelatinização térmica, formação de pasta e desenvolvimento de rede viscoelástica capaz de interagir com proteínas miofibrilares e componentes fibrosos da matriz Damodaran *et al.*, 2010).

Durante o processamento térmico, a gelatinização do amido promove aumento da viscosidade e formação de estrutura tridimensional que contribui para retenção de água, coesão e estabilidade do produto reestruturado, fenômeno amplamente descrito para sistemas cárneos e pesqueiros (Torres *et al.*, 2014; Damodaran *et al.*, 2010). Assim, sua presença interfere diretamente na umidade final, na textura instrumental (força de cisalhamento, dureza e elasticidade) e na textura sensorial percebida pelo consumidor.

Do ponto de vista estrutural, a interação entre proteína, fibra e amido é determinante para o desempenho tecnológico do produto. As proteínas miofibrilares da Ubarana responsáveis pela formação de gel e pela retenção inicial de água; a farinha de cenoura, rica em fibras alimentares e carboidratos estruturais, contribui para a retenção hídrica por capilaridade e aumento da capacidade de absorção de água; e a fécula de mandioca atua como matriz contínua gelatinizada, preenchendo espaços intersticiais e reforçando a estrutura do sistema. Essa sinergia proteína-fibra-amido resulta em melhoria da suculência, maior rendimento pós-coção e textura mais macia e coesa, características desejáveis em produtos formatados como almôndegas (Torres *et al.*, 2014).

Estudos demonstram que a incorporação de amidos em produtos cárneos reduz perdas por coção e aumenta a aceitação global ao promover textura mais uniforme e sensação de suculência (Ordóñez, 2005; Tornberg, 2005).

Dessa forma, a fécula desempenha papel central na engenharia da matriz alimentar, contribuindo para estabilidade físico-química e viabilidade tecnológica do produto.

Os resultados obtidos para os parâmetros de dureza, mastigabilidade e umidade das almôndegas variaram significativamente ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos, em função das diferentes proporções de CTP, fécula de mandioca e farinha de cenoura utilizadas (Tabela 6).

Tabela 7. Dureza, mastigabilidade e umidade das amostras de almôndega de ubarana

Formulação da almôndega (100g)							
Tratamentos	76%			24%	Dureza (N)*	Mastigabilidade (N/mm)*	Umidade (%)
	CTP de ubarana	Farinha de cenoura (FC)	Fécula de mandioca (FM)	Demais ingredientes			
T1	76	0	0	Sal refinado: 1	134,77 ^a ± 0,74	24,54 ^a ± 0,77	76,11 ^g ± 0,35
T2	16	60	0	Orégano: 1	134,97 ^a ± 1,86	6,84 ^a ± 0,45	59,65 ^{cd} ± 1,52
T3	16	0	60	Alho em pó: 1	331,89 ^c ± 51,06	110,75 ^b ± 5,45	52,10 ^a ± 1,73
T4	16	30	30	Cebola em pó: 1	143,72 ^a ± 13,81	7,47 ^a ± 0,87	53,76 ^{ab} ± 5,30
T5	46	0	30	Água gelada: 20 ml	168,53 ^a ± 42,64	35,06 ^a ± 11,20	64,97 ^{def} ± 0,50
T6	46	30	0		146,19 ^a ± 4,09	24,68 ^a ± 5,16	67,08 ^{ef} ± 1,63
T7	26	10	40		260,99 ^b ± 22,25	33,67 ^a ± 5,23	58,70 ^{bc} ± 0,56
T8	26	40	10		127,45 ^a ± 5,43	4,47 ^a ± 3,92	63,59 ^{cde} ± 1,39
T9	56	10	10		147,17 ^a ± 9,56	27,62 ^a ± 1,19	69,84 ^f ± 1,90
T10	36	20	20		138,64 ^a ± 1,98	17,11 ^a ± 2,83	66,82 ^{ef} ± 0,07
T11	36	20	20		185,84 ^a ± 13,91	23,39 ^a ± 1,08	64,45 ^{def} ± 0,53
T12	36	20	20		189,87 ^a ± 6,65	31,18 ^a ± 3,21	64,70 ^{def} ± 0,07

*resultados expressos em médias e ± desvio padrão.

Umidade

Em relação à análise de Umidade, os tratamentos T1 (76 % CTP de Ubarana, 0 % FC, 0 % FM), T2 (16 % CTP de Ubarana, 60 % FC, 0 % FM) e T3 (16 % U, 0 % FC, 60 % FM), apresentaram valores variando de 52,10^a ± 1,73 (T3) a 76,11^g ± 0,35 % (T1) (Tabela 6).

Nos tratamentos T4 a T12 com diferentes proporções dos três componentes, o Tratamento T9 com 56 % de CTP de Ubarana e menor teor de fécula de mandioca (10 %), apresentou melhor resposta para Umidade (69,84 %) (Tabela 6).

Semelhante resposta foi vista por Pires *et al* (2017) que encontraram valores de 70,36 % a 75,76 %, ao analisar hambúrguer de Ubarana elaborado com fécula de mandioca em proporção de 10 a 2 %. E observaram a diminuição do teor de umidade com o aumento dos teores de fécula de mandioca.

Pinto (2017), encontrou teor de umidade de 70 % ao analisar *Fishburger*, formulado a partir de Carne Mecanicamente Separada (CMS) de Tilápia, de enzima transglutaminase e fécula de mandioca.

E, Teixeira (2016), encontrou em almôndegas de Tilápia elaboradas com proteína texturizada de soja variando entre 0; 2,5 e 5 %, e amido de milho em 4 %, valores de umidade na faixa de 71,2^b±0,9 a 74,1^a±1,4 %. Esta faixa de variação enfatiza a influência diferenciada de cada matéria-prima na composição.

O tratamento T1, composto exclusivamente por carne de Ubarana, apresentou o maior teor de umidade. Tal resposta era esperada devido à presença das proteínas miofibrilares, com alta capacidade de retenção de água o que contribui para o aumento da umidade do produto almondega.

O tratamento T3 mostrou que a fécula de mandioca exerce menor influência positiva na umidade, efeito atribuído à gelatinização e retrogradação do amido, que compactam a estrutura e reduzem a água livre no sistema (Cheng *et al.*, 2020).

A superfície de resposta para Umidade permitiu visualizar a tendência do aumento da Umidade nas formulações com maiores teores da CTP de Ubarana (Figura 15b). Segundo o gráfico de Pareto a farinha de cenoura exerceu influência secundária para umidade devido a sua capacidade de absorção de água e efeito estrutural das fibras solúveis e insolúveis (Figura 15a).

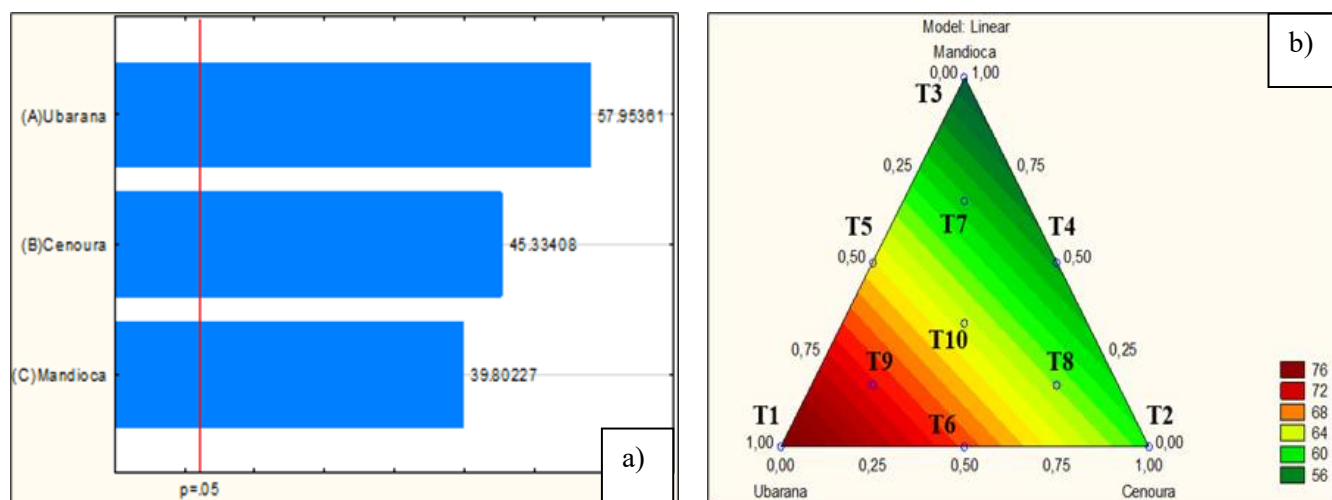


Figura 15. Gráfico de Pareto e Perfil de umidade das 12 amostras de almôndega de ubarana

Sendo: a) Gráfico de Pareto, b) Superfície de Resposta.

A textura, em produtos formatados mistos, tipo almôndegas adicionada de farinha de cenoura constitui um atributo fundamental para a aceitação pelo consumidor, devido à necessidade de uma mastigação facilitada. A dureza reflete a resistência ao corte e à compressão, estando diretamente ligada à organização das fibras musculares e à quantidade de colágeno, e à formação de uma rede amilácea densa durante a gelatinização do amido, que confere maior coesão e resistência à deformação (Bourne, 2002). Segundo Godschalk-Broers *et al.* (2022) a relação entre a estrutura interna e as propriedades texturais é determinante para a percepção sensorial e a qualidade de produtos cárneos.

Os tratamentos T1 (76 % CTP de ubarana, 0 % FC, 0 % FM), T2 (16 % CTP de ubarana, 60 % FC, 0 % FM) e T3 (16 % U, 0 % FC, 60 % FM) permitiram avaliar o efeito isolado de cada componente sobre a textura (Tabela 6). O tratamento T3 apresentou os maiores valores de dureza ($331,89^c \pm 51,06$ N) e mastigabilidade ($110,75^b \pm 5,45$ N/mm), enquanto os tratamentos T1 e T2 apresentaram menores valores de dureza ($134,77^a \pm 0,74$ e $134,97^a \pm 1,86$ N), e mastigabilidade ($24,54^a \pm 0,77$ e $6,84^a \pm 0,45$ N/mm), respectivamente.

Os resultados indicam que, na faixa estudada, a fécula de mandioca exerce maior influência positiva para textura, enquanto a farinha de cenoura, tem menor impacto. Esse comportamento pode estar relacionado à formação de uma rede amilácea densa durante a gelatinização do amido, conferindo maior coesão e resistência à deformação conforme descrito por Bourne (2002).

ANOVA multifatorial revelou que houve efeito significativo ($p < 0,05$) dos componentes da mistura sobre as variáveis respostas, com $p < 0,05$ para CTP de ubarana ($p = 0,000760$), farinha de cenoura, ($p = 0,001741$) e fécula de mandioca ($p = 0,000001$), demonstrando que todas as matérias-primas influenciaram as propriedades de textura e umidade das almondegas cozidas.

Nos tratamentos T4 a T12 combinou-se diferentes proporções dos três componentes para a formulação da almondega. Foi possível notar o aumento da dureza e da mastigabilidade no tratamento com maior porcentagem de fécula de mandioca (T7). Os demais tratamentos

mostraram semelhança estatística para textura. As propriedades funcionais do amido presente na fécula de mandioca, como a capacidade de espessar, gelificar e reter água, são influenciadas pela proporção e pela transformação estrutural da amilose e amilopectina durante o cozimento (Fiorda *et al.*, 2013).

Essas características explicam o efeito observado neste estudo, em que o aumento dos teores de fécula de mandioca nas formulações aumentou de forma significativa os valores de dureza e mastigabilidade (Silva *et al.*, 2021).

Igualmente, Rengifo (2024) descreveu que a adição de farinhas e amidos, independentemente da espécie de pescado utilizada, aumenta a dureza nos produtos devido às propriedades químicas desses componentes, o que corrobora para o efeito observado nas almôndegas de ubarana.

A mastigabilidade é um parâmetro de textura que representa o trabalho necessário para mastigar um alimento até atingir o ponto de deglutição. A análise revelou variabilidade significativa entre as formulações de almôndegas ($p < 0,05$), com valores oscilando entre $4,47 \pm 3,92$ N/mm (T8) e $110,75 \pm 5,45$ N/mm (T3).

A superfície de resposta permitiu visualizar, na faixa estudada, a tendência do aumento da textura nas formulações com maiores teores da fécula de mandioca contribuindo para a firmeza das almondegas (Figura 16b e Figura 17b).

O gráfico de Pareto evidencia a influência positiva da fécula de mandioca sobre os parâmetros de dureza e mastigabilidade do produto. Observou-se também a contribuição da CTP de ubarana, atribuída às propriedades funcionais das proteínas miofibrilares, que favorecem a formação de gel e, conseqüentemente, aumentam a firmeza após o cozimento. A farinha de cenoura apresentou menor efeito sobre essas características (Figuras 16a e 17a).

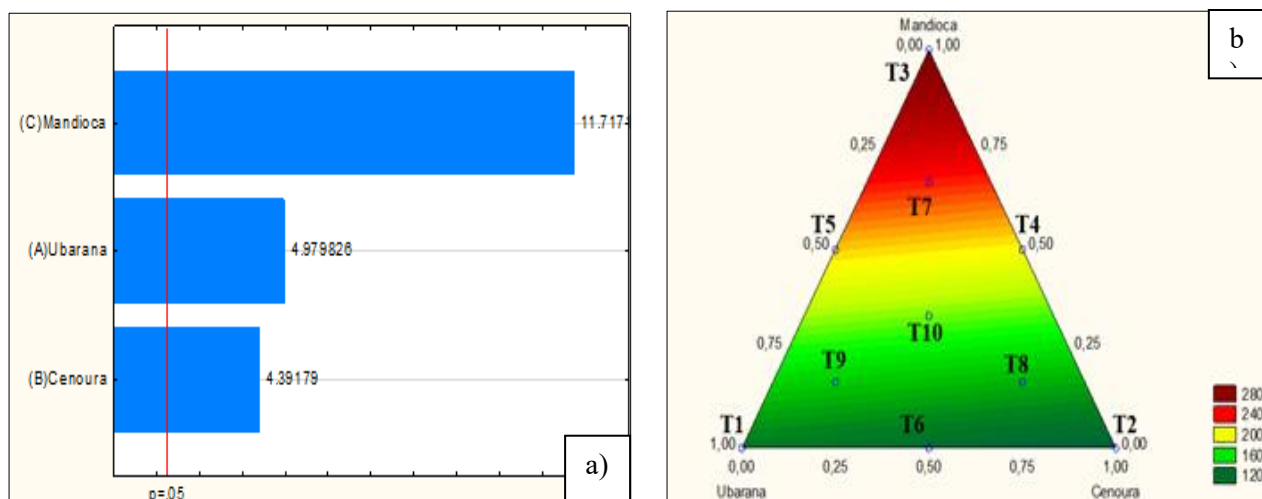


Figura 16. Gráfico de Pareto e Perfil de dureza das 12 amostras de almôndega de ubarana

Sendo: a) Gráfico de Pareto, b) Superfície de Resposta.

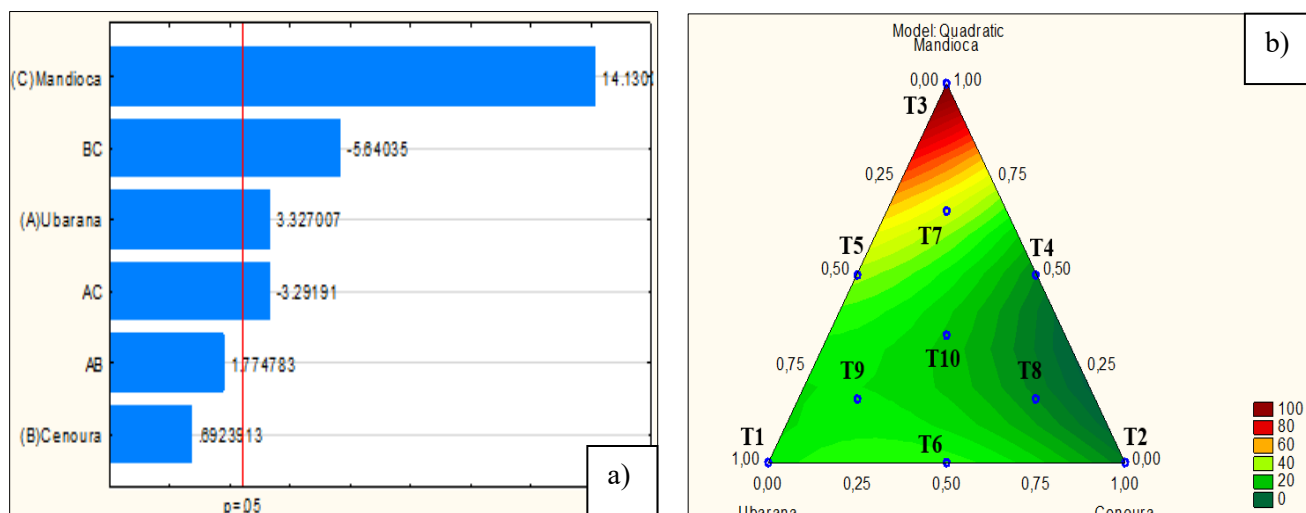


Figura 17. Gráfico de Pareto e Perfil de Mastigabilidade das 12 amostras de almôndega de ubarana

Sendo: a) Gráfico de Pareto, b) Superfície de Resposta.

Como visto, na tabela 6, as áreas dos tratamentos T8 e T9 apresentaram bons resultados para textura, com destaque para o tratamento T9 com melhor resposta para umidade (69,84 %).

A região da amostra T9 (56 % de CTP, 10% de farinha de cenoura e 10% de fécula de mandioca) também se destaca por estar em conformidade com o Decreto nº 9.013/ 2017 (Brasil, 2017), no Art. 332 que estabelece o mínimo de 50 % de pescado em produtos derivados, também com a instrução normativa nº 20/ 2000 que estabelece o teor de amido de até 10 % para almôndegas (Brasil, 2000).

Para fins comparativos, foi realizada avaliação da textura para diferentes almôndegas comerciais (Figura 18 e Tabela 7), sendo quatro almôndegas bovinas (Rica®; Seara®; Sadia® e Swift®), uma vegetal (Incrível Almôndega®), e a almôndega de ubarana elaborada com a formulação do tratamento com melhor resposta do delineamento de misturas, o ponto central do tratamento T9 (56 % CTP de ubarana, 10 % FC; 10 % FM; 4 % temperos e 20 % água, no objetivo de avaliar o parâmetro de dureza (N) e o potencial de semelhança com produtos comerciais.



Figura 18. Aparência da almôndega do tratamento T9 e almôndegas de marcas comerciais utilizadas no teste de dureza.

Sendo: quatro almôndegas bovinas (A, B, C, D) de marcas comerciais; uma vegetal (E), e a almôndega de ubarana (PT9).

Tabela 8. Dureza de almôndegas comerciais e da almôndega de ubarana elaborada com a formulação do tratamento T9.

Almôndegas	Dureza (N)
Bovina A	106,35 ^{ab} ± 9,45
Bovina B	103,97 ^{ab} ± 7,66
Bovina C	97,16 ^b ± 6,75
Bovina D	78,26 ^c ± 6,47
Vegetal E	41,88 ^d ± 1,31
Tratamento T9*	114,53 ^a ± 8,43

A dureza da amostra referente ao tratamento T9 (114,53a ± 8,43N) foi estatisticamente semelhante à de duas marcas comerciais, Bovina A (106,35ab ± 9,45N) e B (103,97ab ± 7,66N) revelando o potencial de aceitabilidade e viabilidade comercial da almôndega de peixe (Tabela 7).

5.6 Almôndega de Ubarana: avaliação de pontos axiais na região do tratamento T9 do delineamento de misturas

Após a identificação do tratamento T9 como região ótima para textura e umidade, realizou-se à avaliação de quatro amostras de almôndegas, formuladas tendo como referência o ponto central, PT9 (56 % de CTP e 10 % de FC), com o objetivo de avaliar a formulação (Tabela 9) quanto às variáveis respostas de interesse nutricional e funcional.

Tabela 9. Formulações de almôndegas obtidas a partir da região do tratamento T9 do delineamento de mistura.

Ingredientes (%)	P1	P2	PT9	P3
CTP DE UBARANA	50	53	56	60
FARINHA DE CENOURA	16	13	10	6
FÉCULA DE MANDIOCA*		10		
Água*		20		
Alho em pó*		1,0		
Cebola em pó*		1,5		
Orégano*		0,5		
Sal*		1		

*valores fixos nas formulações.

Foram utilizados como parâmetros de escolha dos pontos axiais, o Decreto nº 9.013/2017 (Brasil, 2017), que estabelece o mínimo de 50 % de pescado em produtos derivados; E a instrução normativa nº 20/ 2000 que estabelece o teor de amido de até 10 % para almôndegas (Brasil, 2000). Todas as amostras tiveram valores de fécula de mandioca fixados em 10 %. Os demais ingredientes seguiram o mesmo padrão utilizado no delineamento de mistura, correspondendo a 24 % da formulação. Portanto, a farinha de cenoura foi adicionada por diferença. As almôndegas foram moldadas da mesma forma que as almôndegas feitas pelo delineamento de mistura, 20 g por unidade.

Avaliação do conteúdo total e bioacessibilidade dos carotenoides das almôndegas

O teor de carotenoides totais na cenoura *in natura* e na farinha foram de 7,2 e 70,57 $\mu\text{g}(100\text{g})^{-1}$ respectivamente. Segundo Choi *et al.* (2025), o processamento em forma de farinha pode aumentar a biodisponibilidade de carotenoides ao romper a matriz fibrosa e facilitar sua absorção. O teor de carotenoides totais e a bioacessibilidade foram avaliados nas amostras de almôndegas P1, P2, PT9 e P3, formuladas com base na região do tratamento T9 do delineamento de mistura (Tabela 9).

Tabela 10. Teor de carotenoides das almôndegas P1, P2, PT9 e P3.

	Ubarana (%)	Farinha de cenoura (%)	Fécula de mandioca (%)	Carotenoides totais $\mu\text{g}(100\text{g})^{-1}$	Carotenoides pós digestão $\mu\text{g}(100\text{g})^{-1}$	Bioacessibilidade de carotenoides (%)
P1	50	16	10	11585,33 ^c $\pm$ 180	1396,00 ^b $\pm$ 90,89	12,05 ^b $\pm$ 0,78
P2	53	13	10	11509,33 ^c $\pm$ 362	972,00 ^a $\pm$ 12,79	8,44 ^a $\pm$ 0,11
PT9	56	10	10	10131,00 ^b $\pm$ 589	1463,00 ^b $\pm$ 59,19	14,44 ^c $\pm$ 0,58
P3	60	6	10	5052,00 ^a $\pm$ 239	1023,00 ^a $\pm$ 18,57	20,25 ^d $\pm$ 0,36

P1: ponto axial; P2: ponto axial 2.; PT9: tratamento 9 do delineamento de mistura.; P3: ponto axial 3. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística pelo teste de tukey ($p < 0,05$). 24% na formulação se refere aos temperos (alho e cebola em pó, orégano, sal e água)

As formulações P1 e P2, elaboradas com 16 e 13 % de farinha de cenoura, respectivamente, exibiram os maiores valores para carotenoides totais, 11585,33^c $\mu\text{g}(100\text{g})^{-1}$ e 11509,33^c $\mu\text{g}(100\text{g})^{-1}$, respectivamente. No entanto, os pontos PT9 e P3, embora com menores teores iniciais, exibiram as melhores respostas de bioacessibilidade de carotenoides (14,44 % e 20,25 %), provavelmente influenciadas pelo maior teor de CTP de ubarana nas formulações. Esse comportamento sugere que a fração proteica pode ter papel determinante na liberação e micelização dos carotenoides durante a digestão de matrizes compostas (Tabela 10). Iddir *et al.* (2021) observaram efeito semelhante ao estudarem a influência de proteínas na bioacessibilidade de carotenoides em matrizes vegetais, relatando que as proteínas podem favorecer a micelização em sistemas inicialmente pobres em carotenoides, mas reduzir a disponibilidade em matrizes naturalmente ricas, como a cenoura.

De fato, a biodisponibilidade desses compostos depende de fatores estruturais e da interação entre os componentes alimentares, o que torna fundamental a interpretação integrada entre composição e efeito biológico (Mota *et al.*, 2023).

Na análise dos carotenoides pós digestão, as formulações com maiores ofertas de carotenoides totais foram PT9 com 1463,0 $\mu\text{g}(100\text{g})^{-1}$ que tinha na composição menor quantidade de farinha de cenoura, porém maior quantidade proteína proveniente da CTP de ubarana e P1 com 1396,0 $\mu\text{g}(100\text{g})^{-1}$, nesse caso com maior quantidade de farinha de cenoura na formulação.

Estudo comparativo do potencial nutricional em Vitamina A

Métodos de cozimento, como refogar, demonstram melhorar a biodisponibilidade do betacaroteno em comparação com cenouras cruas. Segundo Choi *et al.* (2025), a biodisponibilidade de betacaroteno em cenouras refogadas é de aproximadamente 75 % de carotenoides totais, em comparação com apenas 11 % de cenouras cruas.

Considerando, portanto, os achados de Choi *et al.* (2025), e a recomendação de ingestão mínima diária de vitamina A, em atividade de retinol equivalente (RAE), preconizada pelo *Institute of Medicine* (IOM), onde, cada Equivalente de Atividade de Retinol corresponde a 1 g de retinol, ou a 12 µg de betacaroteno ou 24 µg de outros carotenoides, que têm atividade de vitamina A (Calheiros *et al.*, 2011). E, ainda a Instrução Normativa nº 75 (Anvisa, 2020), que estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados, onde os alimentos são considerados fonte de vitamina A quando atendem 15 % do valor diário recomendado (VDR) em cada faixa etária e alto quando fornece 30 % do VDR, o presente estudo estimou a conversão dos carotenoides em vitamina A das almôndegas elaboradas a partir dos quatro pontos axiais, avaliando assim, o potencial nutricional do produto (Tabela 10).

Tabela 11. Valores estimados de vitamina A das almôndegas P1, P2, PT9 e P3, para as faixas etárias de 1 a maiores de 14 anos.

*	CAROTENOIDES NA ALMÔNDEGA			Faixa etária/ % do Valor diário recomendado (VDR) para Vitamina A (µg RAE/d)				
	Carotenoides pós digestão µg (100g) -1)	Betacaroteno (µg/d)	Vitamina A (µg RAE/d)	1-3 300 (µg RAE/d)	4-8 400	9-13 600	Homens >14 900	Mulheres >14 700
P1	1396,000 ^b	1047,00	87,25	29,08 ^A	21,81 ^A	14,54	9,69	12,46
P2	972,000 ^a	729,00	60,75	20,25 ^A	15,18 ^A	10,12	6,75	8,67
PT9	1463,000 ^b	1097,25	91,43	30,47 ^B	22,85 ^A	15,23 ^A	10,15	13,06
P3	1023,000 ^a	767,25	63,93	21,31 ^A	15,98 ^A	10,65	7,10	9,13

Fonte: *P1: ponto axial; P2: ponto axial 2.; PT9: tratamento 9 do delineamento de mistura.; P3: ponto axial 3. Letras diferentes minúsculas na mesma coluna indicam diferença estatística pelo teste de *tukey* ($p < 0,05$). A: “alto em”; B: “fonte de” segundo Instrução Normativa nº 75 (ANVISA, 2020).

Constatou-se que as formulações podem ser consideradas “fonte de” vitamina A para crianças de até 8 anos, com destaque para a formulação PT9 que se apresenta também como alimento com “alto conteúdo” de vitamina A para crianças de 1 a 3 anos (30,47 B) e “fonte de” vitamina A também para adolescentes de 9 a 13 anos (15,23 A), conforme sintetizado na Tabela 11. Os resultados obtidos indicam que as almôndegas de Ubarana enriquecidas com farinha de cenoura apresentam potencial para enquadramento como alimento com propriedade funcional, conforme estabelecido pelas Resoluções nº18 e nº19/1999 da ANVISA.

Avaliação da atividade antioxidante (DPPH e FRAP)

Conforme apresentado na Figura 19, observa-se incremento significativo da atividade antioxidante nas formulações contendo farinha de cenoura, com destaque para a amostra P1, que apresentou os maiores valores tanto para DPPH quanto para FRAP, diferindo estatisticamente do padrão ($p < 0,05$).

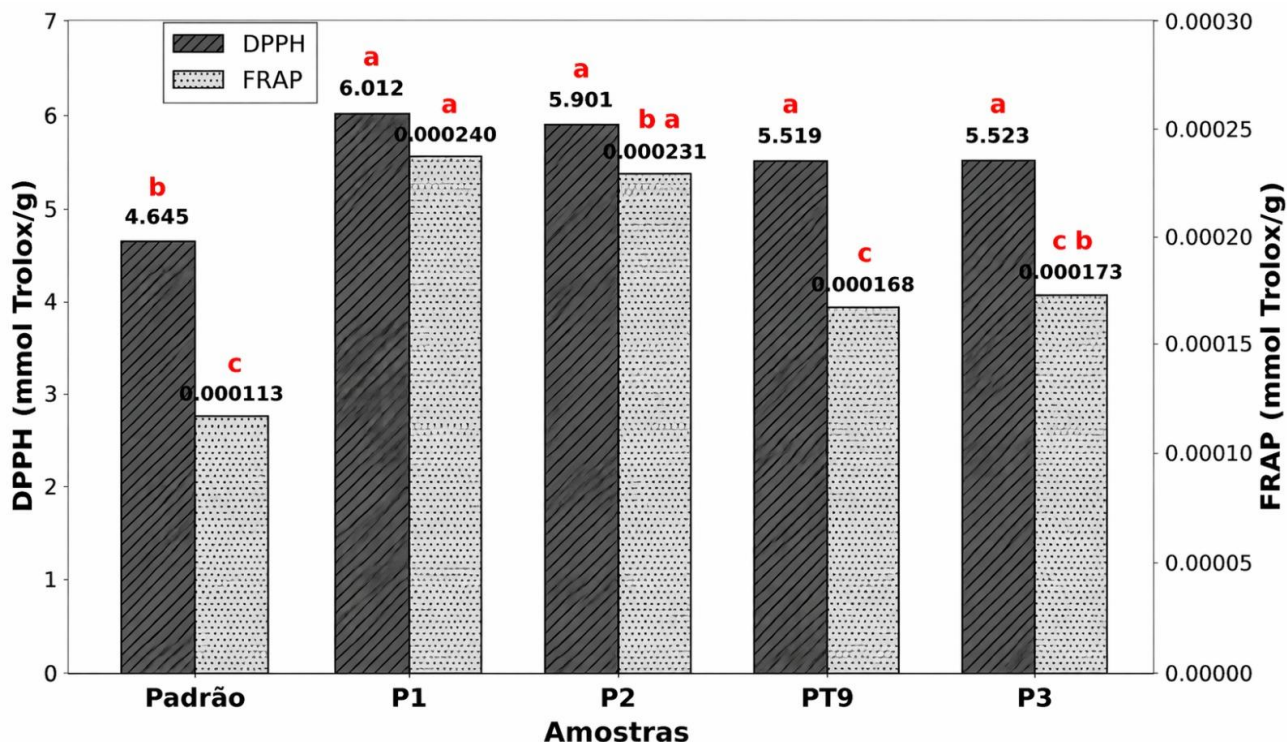


Figura 19. Atividade antioxidante das formulações dos quatro pontos na região do tratamento T9 do delineamento

As amostras P1, P2, P3 e PT9 apresentaram diferença estatística nos valores de atividade antioxidante em relação ao padrão, a almôndega sem adição de farinha de cenoura. a, indicando que a adição de farinha aumentou de forma consistente a capacidade sequestrante de radicais livres.

Esse comportamento confirma que a farinha de cenoura é a principal responsável pelo incremento da atividade antioxidante, devido à presença de β -caroteno, compostos fenólicos e ácido ascórbico residual. Estudos demonstram que produtos à base de cenoura apresentam elevada capacidade antioxidante, principalmente em métodos baseados em radicais livres como o DPPH (Sharma *et al.*, 2012), porém, entre si, as amostras dos quatro pontos axiais não mostram diferença estatística para o potencial antioxidante.

Quando o método FRAP foi utilizado para avaliação da atividade antioxidante, observou-se diferenças estatísticas que indicam incremento progressivo do poder redutor conforme a proporção de farinha de cenoura aumentou, com P1 (0,000240 mg TE/mL) e P2 (0,000231 mg TE/mL), superior às demais formulações, evidenciando relação direta entre proporção do ingrediente funcional e capacidade antioxidante do produto.

O FRAP responde principalmente a compostos fenólicos, carotenoides com capacidade redutora e peptídeos antioxidantes liberados da matriz proteica do pescado. A combinação de proteínas do peixe ubarana com compostos antioxidantes da cenoura pode gerar efeito sinérgico, já descrito em produtos cárneos e de pescado enriquecidos com vegetais (Shahidi; Zhong, 2015).

A concordância entre DPPH e FRAP, com valores máximos em P1 e mínimos no padrão, reforça que o aumento da farinha de cenoura promove melhora real e consistente da capacidade antioxidante. Além disso, as diferenças estatísticas validam o efeito do ingrediente funcional. Resultados semelhantes foram observados em almôndegas de peixe

enriquecidas com fibras vegetais (ÖzoguL *et al.*, 2017) e produtos cárneos com adição de cenoura e beterraba (Silva *et al.*, 2016, Cardoso *et al.*, 2021).

Do ponto de vista tecnológico, as almôndegas de ubarana adicionadas de farinha de cenoura apresentam maior atividade antioxidante contribuindo para retardo da oxidação lipídica e aumento de vida útil do produto.

Nutricionalmente, possibilita elevação do teor de compostos bioativos, alinhando o produto ao conceito de alimento funcional. Na visão mercadológica, tais formulações apresentam potencial para rotulagem com apelo à saúde.

O incremento relevante da atividade antioxidante demonstra a capacidade do produto em contribuir para a proteção dos componentes celulares frente ao estresse oxidativo, desde que observadas as limitações legais quanto às alegações de saúde.

Avaliação da cor

Os resultados de cor estão apresentados na Figura 20.

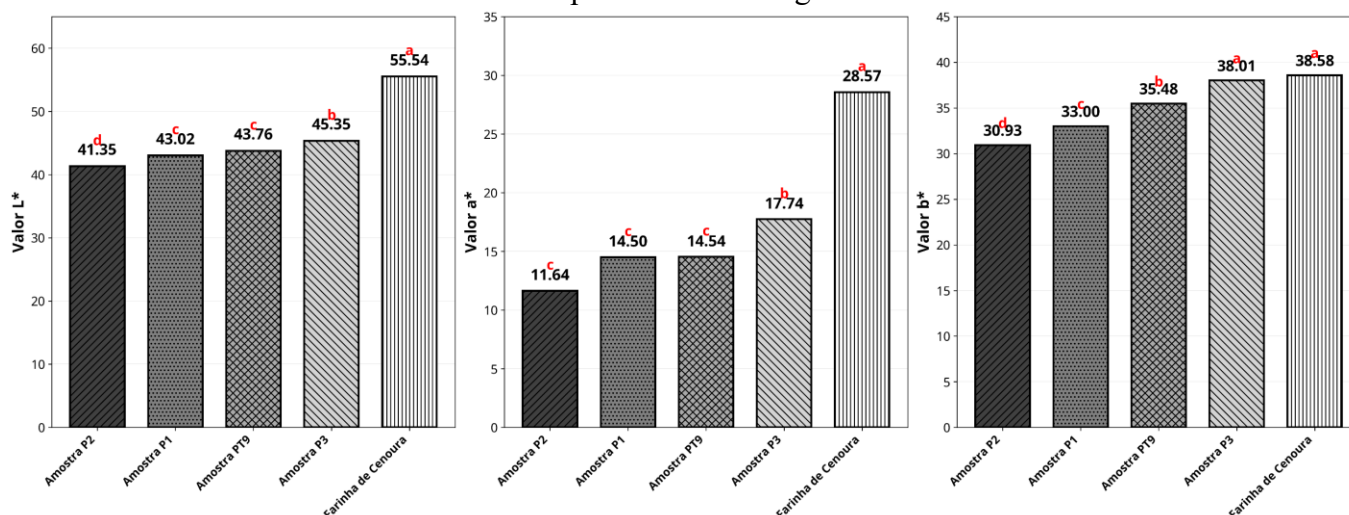


Figura 20.Caraterização da cor das quatro formulações P1, P2, PT9 e P3 da almôndega de ubarana

*P1: ponto axial; P2: ponto axial 2.; PT9: tratamento 9 do delineamento de mistura.; P3: ponto axial 3. Letras diferentes indicam diferença estatística pelo teste de tukey ($p < 0,05$). 24% na formulação se refere aos temperos (alho e cebola em pó, orégano, sal e água).

A luminosidade (L^*) varia de 0 (preto absoluto) a 100 (branco absoluto) e representa o brilho ou claridade da amostra. Os resultados de L^* para as almôndegas de ubarana variaram de 41,35 a 45,35, enquanto a farinha de cenoura apresentou L^* de 55,54, estatisticamente diferente de todas as almôndegas. Este valor elevado é esperado, pois a cenoura é um vegetal com cor laranja clara, naturalmente mais luminosa que produtos cárneos.

Almôndega P3 (45,35) apresentou luminosidade estatisticamente, intermediária, significativamente diferente da farinha de cenoura e das demais almôndegas.

A variação de luminosidade entre as almôndegas pode estar relacionada a diversos fatores: diferenças na proporção de peixe em relação aos aglutinantes; variações no teor de pigmentos naturais (mioglobina, hemoglobina) presentes no peixe; diferenças no processamento térmico, que afeta a desnaturação proteica e consequente alteração de cor; presença de ingredientes com diferentes propriedades ópticas (especiarias, sal).

Segundo Hultin (1994), a mioglobina presente em produtos cárneos sofre transformações durante o processamento, passando de mioglobina (vermelho) para metamioglobina (marrom) e, em condições de aquecimento, para mioglobina desnaturada (cinza-marrom). Estas transformações afetam diretamente a luminosidade do produto.

O parâmetro a^* varia de -60 (verde puro) a +60 (vermelho puro), indicando a intensidade de coloração vermelha ou esverdeada da amostra. Para produtos cárneos, valores positivos de a^* são esperados, refletindo a presença de pigmentos vermelhos (mioglobina e seus derivados). Os resultados de a^* para as almôndegas variaram de 11,64 a 17,74, enquanto a farinha de cenoura apresentou a^* de 28,57, o maior valor de a^* , significativamente diferente de todas as almôndegas. Este valor elevado é característico de cenoura, que contém carotenoides (β -caroteno) com forte coloração laranja-vermelha.

Almôndega P1 (17,74), apresentou o segundo maior valor de a^* entre as almôndegas, sendo diferente de todas as outras amostras. Este resultado sugere maior intensidade de coloração vermelha nesta formulação. Resultado este esperado pelo fato de ter em sua composição maior fração de farinha de cenoura.

O parâmetro b^* varia de -60 (azul puro) a +60 (amarelo puro), indicando a intensidade de coloração amarela ou azulada da amostra. Para produtos alimentares, valores positivos de b^* são comuns, refletindo a presença de pigmentos amarelos e laranjas. Os resultados de b^* para as almôndegas variaram de 30,93 a 38,58, enquanto para farinha de cenoura, 38,01.

Almôndegas P1, com maior fração de farinha de cenoura, e a farinha de cenoura (38,58 e 38,01) apresentaram os maiores valores de b^* . Ambas as amostras exibiram intensa coloração amarela, característica de produtos contendo carotenoides ou pigmentos amarelos.

Jorge *et al.* (2022) observaram que a adição de farinha de pequi em hambúrgueres de frango provocou o aumento dos valores de a^* e b^* , indicando que os hambúrgueres apresentaram uma coloração levemente avermelhada e tom amarelo mais evidenciado, característica essa resultante da alta concentração de carotenoides do pequi.

Para melhor compreender as diferenças visuais entre as amostras, é útil calcular a distância Euclidiana de cor (ΔE), que representa a diferença total de cor perceptível pelo olho humano:

$$\Delta E = \sqrt{[(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]}$$

Segundo MacAdam (1942), diferenças de $\Delta E < 1$ são imperceptíveis ao olho humano, diferenças de $1 < \Delta E < 3$ são levemente perceptíveis, e diferenças de $\Delta E > 3$ são claramente perceptíveis.

****P1 vs P3:**** $\Delta E = 10,07$. A diferença quando da comparação dessas duas almôndegas é claramente perceptível ao olho humano, indicando que P1 e P3 apresentam cores visualmente distintas.

****P2 vs P3:**** $\Delta E = 6,95$. Tal comparação também mostrou diferença significativa. A cor é um atributo crítico para aceitação de produtos alimentares.

Segundo Meilgaard *et al.* (2007), consumidores frequentemente associam cor com qualidade, frescor e segurança do produto. Para almôndegas, a cor esperada é marrom-avermelhada, resultante da desnaturação de proteínas e pigmentos durante o aquecimento.

As almôndegas de ubarana apresentaram coloração consistente com produtos cárneos processados, com L^* variando de 41,35 a 45,35. Estes valores são similares aos reportados em literatura para almôndegas de carne bovina ($L^* = 40$ -50), segundo Mancini e Hunt (2005).

A inclusão de farinha de cenoura resultou em produto com cor significativamente diferente ($L^* = 55,54$, $a^* = 28,57$, $b^* = 38,01$), mais claro e com maior intensidade de coloração laranja. Esta diferença visual pode ser percebida como positiva (indicando presença de vegetais nutritivos) ou negativa (desvio do padrão esperado para almôndegas), dependendo das expectativas do consumidor.

Avaliação da digestão de proteína

Os resultados da digestibilidade proteica das almôndegas de ubarana estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 12. Digestibilidade de proteína das almôndegas P1, P2, PT9 e P3 do delineamento experimental.

	Ubarana (%)	Farinha de cenoura (%)	Fécula de mandioca (%)	Digestibilidade (%)
P1	50	16	10	61,310 ^{ab} ± 3,34
P2	53	13	10	54,826 ^a ± 2,17
PT9	56	10	10	64,593 ^b ± 3,12
P3	60	6	10	53,416 ^a ± 4,56
CTP	100	0	0	76,173 ^c ± 0,73

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística pelo teste de *tukey* ($p < 0,05$). 24% na formulação se refere aos temperos (alho e cebola em pó, orégano, sal e água).

No presente estudo, a carne triturada de pescado (CTP) apresentou digestibilidade proteica de 76,47 %, valor inferior aos usualmente relatados na literatura para proteínas de origem animal, frequentemente acima de 90 %. Pires et. al. (2006) avaliaram a digestibilidade de diversas fontes proteicas e encontraram valores superiores para fontes de origem animal, como carne bovina (92,4 %) e rã com osso (91,0 %) quando comparada ao trigo (89,4 %). Dominguez-Hernandez *et al* (2018) determinaram valores de 94,9 %, e 94,7 % e 93,7 % para carnes de peixe, frango e suína, respectivamente. Pezzato (2002) estudando a digestibilidade de diversos produtos de peixe encontrou valores que variaram de 90,6 a 98,7 %, e que ressaltam a alta digestibilidade de proteínas de origem animal de pescado.

Entre as formulações avaliadas, PT9 e P1 destacaram-se por apresentar os maiores percentuais de digestão proteica, sem diferença estatística entre si. Esse comportamento sugere que as combinações de ingredientes utilizadas nessas formulações favoreceram, em maior grau, a ação das enzimas digestivas. Entretanto, a incorporação de constituintes não proteicos, como a farinha de cenoura, pode ter limitado parcialmente o acesso enzimático aos sítios de clivagem proteica, reduzindo a digestibilidade aparente, conforme discutido por Cozzolino (2016). A literatura aponta que a digestibilidade proteica não depende exclusivamente da origem da proteína, mas também de sua conformação estrutural, das interações com outros componentes da matriz alimentar e das transformações físico-químicas induzidas pelo processamento (Cozzolino, 2016).

O tratamento térmico é um fator determinante na qualidade nutricional das proteínas cárneas. Embora o aquecimento promova a desnaturação proteica e facilite a ação das enzimas digestivas, temperaturas elevadas ou tempos prolongados de cocção podem resultar na formação de agregados proteicos insolúveis e de ligações cruzadas intermoleculares, reduzindo a susceptibilidade à proteólise e, conseqüentemente, a digestibilidade e a biodisponibilidade dos aminoácidos (Sgarbieri, 1996; De La Pomélie; Véronique, 2018).

Os estudos de Vieira (2007) e Santé-Lhoutellier *et al.* (2008) demonstram que os métodos e o tempo de cocção influenciam grandemente as propriedades proteicas das carnes. Vieira (2007) observou que o teor de proteína em peito de frango aumentou de 23 % no

produto cru para 40 % após cocção em forno micro-ondas, fenômeno atribuído à maior perda de água durante o processamento, concentrando os nutrientes. Por outro lado, Santé-Lhoutellier *et al.* (2008) verificaram que, embora cocções rápidas (100 °C por 5 minutos ou 270 °C por 1 minuto) não alterem relevantemente a digestibilidade das proteínas miofibrilares em comparação à carne crua, tempos prolongados de cocção (100 °C por 45 minutos) reduzem consideravelmente a digestibilidade proteica, evidenciando que a intensidade térmica pode impactar negativamente a qualidade nutricional da carne.

As formulações deste estudo foram submetidas previamente à cocção úmida a 100 °C por 20 minutos, condição considerada adequada, por favorecer a desnaturação controlada das proteínas e a solubilização parcial do colágeno, sem promover perdas acentuadas na digestibilidade proteica.

Assim, os resultados reforçam que o equilíbrio entre composição da matriz alimentar e condições de processamento é essencial para maximizar o aproveitamento nutricional das proteínas em produtos reformulados (De La Pomélie; Véronique, 2018).

Avaliação da composição centesimal e físico-química

A composição centesimal e umidade das almôndegas de ubarana formuladas (P1, P2, PT9 e P3) reflete a contribuição da matéria-prima proteica (CTP de ubarana – U) e da farinha de cenoura (FC) às características nutricionais e tecnológicas dos produtos, e esses resultados estão apresentados na Tabela 12.

Estudos sobre embutidos e almôndegas à base de pescado demonstram que tais produtos geralmente apresentam perfil nutricional com elevado teor de proteínas e baixo teor de lipídios, em comparação com embutidos tradicionais de carne vermelha ou suína, o que é considerado favorável à saúde nutricional dos consumidores, especialmente em produtos destinados a crianças (Okanović *et al.*, 2013; Lustosa-Neto, 2018).

Tabela 13. Composição centesimal e umidade das almôndegas P1, P2, PT9 e P3 do delineamento experimental.

Amostra	Cinzas (g)	Proteínas (g)	Lipídios (g)	Carboidratos (g)	Valor Calórico (kcal/100g)	Umidade (%)
P1	2,29 ^c ± 0,18	11,58 ^b ± 0,13	0,34 ^a ± 0,01	22,81 ^e	140,62 ^a	62,95 ^b ± 0,16
P2	1,62 ^a ± 0,01	11,43 ^{ab} ± 0,06	0,28 ^a ± 0,05	20,99 ^d	132,20 ^b	65,65 ^c ± 0,26
PT9	1,85 ^a ± 0,03	11,24 ^a ± 0,01	0,27 ^a ± 0,03	18,02 ^c	119,47 ^c	68,60 ^c ± 0,25
P3	1,68 ^a ± 0,02	12,95 ^d ± 0,06	0,29 ^a ± 0,02	17,09 ^b	122,77 ^c	67,97 ^d ± 0,28

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística pelo teste de *tukey* (p < 0,05).

Observou-se ausência de diferença estatisticamente no teor de lipídios entre as formulações avaliadas. O ponto P3 apresentou o maior valor para proteína (12,95 g/100 g), resultado esperado por ser esta a amostra com maior quantidade de CTP.

Em estudos de embutidos de peixe, como salsichas desenvolvidas com tilápia, observou-se um conteúdo proteico relativamente elevado (em torno de 17–20 %) e um teor de lipídios geralmente mais baixo do que embutidos convencionais, o que corroboraria a tendência observada nas formulações de almôndegas avaliadas neste trabalho, nas quais o teor lipídico foi reduzido (< 0,5 g/100 g) (Nkrumah, 2018).

Além disso, a literatura sobre almôndegas de pescado, incluindo produtos elaborados a partir de tilápia e pirarucu, aponta que a incorporação de ingredientes funcionais, aglutinantes ou carboidratos (como farinha vegetal ou proteína texturizada de soja) pode resultar em produtos com perfil nutricional equilibrado, mantendo valores adequados de

proteína enquanto modula o conteúdo de carboidratos e a textura final do produto (Oliveira *et al.*, 2012; Lustosa-Neto, 2018).

Os resultados da análise de carboidratos apresentaram diferença estatística, sendo proporcional a fração de FC adicionada a formulação. A amostra P1 apresentou maior teor em carboidratos (22,81 g/100 g), maior valor calórico entre os pontos analisados (140,62 kcal/100 g), e menor valor para cinzas (2,29 g/100 g) o que era esperado uma vez que se trata da formulação com maior fração de farinha de cenoura adicionada (16 %).

Entretanto, em relação a umidade, a formulação PT9 (68,60 %) apresentou melhor resposta entre as amostras avaliadas.

A incorporação de farinha de cenoura nas formulações de almôndega contribui para o aumento do teor de carboidratos, o que é coerente com as funções tecnológicas desempenhadas por esses compostos em produtos reestruturados cárneos, como melhoria da textura e o incremento da capacidade de retenção de água.

A carne de Ubarana confere alto valor proteico à formulação, característica essencial para produtos alimentares destinados a públicos com demandas de crescimento e desenvolvimento, como o infantil.

Esses resultados estão em consonância com o panorama descrito para produtos à base de pescado destinados à alimentação escolar, nos quais se busca uma combinação de atributos nutricionais e tecnológicos adequados para esse público (Lustosa-Neto, 2018).

Caracterização nutricional do produto

A RDC 429/2020 e a Instrução Normativa nº 75/2020 da ANVISA estabelecem os Valores Diários de Referência (VDR) para fins de rotulagem nutricional de alimentos embalados.

Os VDR são utilizados para indicar a porcentagem de nutrientes que um alimento fornece em relação às necessidades diárias de um adulto, facilitando a compreensão do consumidor sobre o valor nutricional do produto (Brasil, 2003; Brasil, 2020) (Quadro 1).

Quadro 1. Valores Diários de Referência (VDR) para fins de rotulagem nutricional de alimentos embalados segundo RDC nº 429/2020 e IN nº 75/2020.

NUTRIENTE	VDR
Proteínas	50 g
Gorduras totais	55 g
Gorduras saturadas	55 g*
Carboidratos	260 g
Fibra alimentar	25 g
Sódio	2400 mg
Valor Calórico	2000 kcal

*Para gorduras saturadas, o VDR é calculado como 10% do valor calórico total (2000 kcal).

Fonte: RDC nº 429/2020 e IN nº 75/2020 da ANVISA.

Considerando os valores diários de referência para rotulagem nutricional, o consumo de 100 g de almôndegas atende aos percentuais conforme apresentado na Tabela 14.

Tabela 14. Rotulagem das almôndegas de Ubarana formuladas a partir da região T9 (P1, P2, PT9 e P3) do delineamento experimental, conforme a RDC nº 429/2020 e IN nº 75/2020

Amostra	Proteínas (g)	% VDR	Lipídios (g)	% VDR	Carboidratos (g)	% VDR	Valor Calórico (kcal)	% VDR
P1	11.58	23.16	0.34	0.62	22.81	8.77	140.62	7.03
P2	11.43	22.86	0.28	0.51	20.99	8.07	132.20	6.61
PT9	11.24	22.48	0.27	0.49	18.02	6.93	119.47	5.97
P3	12.95	25.90	0.29	0.53	17.09	6.57	122.77	6.14

As almôndegas apresentaram um perfil nutricional favorável para o mercado de alimentos saudáveis, destacando-se como excelente fonte de proteína. O teor de proteína variou de 11.24 g a 12.95 g por 100 g, atendendo a 22-26 % do Valor Diário de Referência (VDR). Este perfil é comparável ao de almôndegas convencionais, mas com a vantagem de ser obtido a partir de um peixe de baixo valor comercial, oferecendo potencial de custo-efetividade e agrega valor a um recurso subutilizado (Gallo *et al.*, 2006).

A amostra P3 apresenta o maior atendimento ao VDR de proteínas (25.90 %), seguida por P1 (23.16 %). O teste de Tukey revelou diferenças significativas (>5 %) entre estas amostras, particularmente para proteínas. A amostra P3 apresenta 15.21 % mais proteína que a amostra PT9, uma diferença biologicamente relevante que pode influenciar a escolha do consumidor e a adequação nutricional do produto. Para carboidratos, a amostra P1 apresenta 33.43 % mais carboidratos que a amostra P3, refletindo diferenças nas formulações das almôndegas.

Todas as amostras apresentam contribuição <1 % para lipídios (0.49-0.62 %) e carboidratos (6.57-8.77 %), refletindo a composição característica de produtos cárneos com baixo teor de gordura. Este perfil lipídico é uma vantagem nutricional importante para consumidores com restrições dietéticas, sendo substancialmente inferior ao de produtos cárneos convencionais (que tipicamente contêm 10-20 g de gordura por 100 g) e alinha-se com recomendações de redução de gordura para prevenção de doenças cardiovasculares.

O valor calórico varia de 119.47 a 140.62 kcal por 100 g, fornecendo 6-7 % do VDR.

Este perfil energético é adequado para consumo em refeições balanceadas, sem contribuir excessivamente para o aporte calórico diário. As amostras com maior fração de farinha de cenoura, mostraram maior valor diário recomendado (7,3 e 6,61; P1 e P2, respectivamente).

A utilização de ubarana, um peixe de baixo valor comercial, na produção de almôndegas tem implicações importantes para sustentabilidade e segurança alimentar. Primeiro, contribui para a diversificação de fontes de proteína em programas de alimentação coletiva, reduzindo a dependência de carnes convencionais. Segundo, representa uma estratégia de aproveitamento de recursos pesqueiros subutilizados, com potencial para gerar renda em comunidades de pescadores e reduzir o desperdício de recursos naturais (Terra *et al.*, 2006). A produção de almôndegas de ubarana alinha-se com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas, particularmente o ODS 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável), o ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis) e o ODS 14 (Vida na Água).

5.7 Diretrizes do PNAE

No Brasil, para fins de avaliação nutricional, planejamento alimentar e desenvolvimento de produtos direcionados a grupos específicos, como crianças, a RDC nº 269/2005 constitui o principal marco regulatório, ao estabelecer as Ingestões Diárias Recomendadas (IDR) de proteínas, vitaminas e minerais para diferentes faixas etárias; lactentes, crianças, adolescentes, adultos, gestantes e nutrízes, sendo amplamente utilizada como referência em avaliações nutricionais e estudos científicos.

A RDC nº 269/2005 da ANVISA será usada como referência para a avaliação nutricional de uma almôndega de peixe Ubarana adicionada de farinha de cenoura, cozida e pronta para consumo, destinada ao público infantil, no contexto do PNAE. Essa abordagem permite estimar a contribuição real do produto para o atendimento das recomendações nutricionais específicas de crianças, evitando interpretações equivocadas que poderiam ocorrer caso fossem utilizados exclusivamente valores de referência para a população adulta.

O PNAE é uma política pública brasileira que fornece refeições nutritivas e educação alimentar a estudantes da rede pública de ensino. As exigências nutricionais do PNAE variam conforme a faixa etária e o nível de ensino, estabelecendo recomendações para atender a 20 % (Tabela 15) e 30 % das necessidades nutricionais dos discentes de creches e escolas de período parcial, e 70 % das necessidades nutricionais diárias de alunos de período integral (Brasil, 2013). O previsto para crianças que frequentam as creches (7 meses a 3 anos) não foi mencionado nesta pesquisa, visto que o tipo de produto estudado não deve ser fornecido para crianças nesta faixa etária.

Tabela 15. Recomendação para atender 20 % das necessidades nutricionais diárias de discentes beneficiados pelo PNAE em período parcial

Discentes	Proteínas (g)	Lipídios (g)	Carboidratos (g)	Valor Calórico (kcal)
	10 % a 15 % do VET	15 % a 30 % do VET	*55 % a 65 % do VET	
PE(4-5anos)	8,5	9,5	40,5	270
EF(6-10anos)	10	11	49	329
EF(11-15anos)	15	15,5	71	473
EM(16-18anos)	17	17	81,5	543
EJA (19– 30anos)	15	30	71,5	477
EJA(31-60anos)	14	14	69	459

Fonte: Energia – Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), 2004; Carboidrato, Proteína e Lipídio – Organização Mundial de Saúde (OMS), 2004 e 2007. * Para uso de referência dessa resolução, usou-se faixa de carboidrato de 55% a 65% do Valor Energético Total da Dieta (VET). PE: Pré-Escola; EF: Ensino Fundamental; EM: Ensino Médio; EJA: Educação de Jovens e Adultos.

A Tabela 16 apresenta a percentagem de proteína atingida (%) na categoria de 20 % pelas formulações de almôndegas P1, P2, PT9 e P3, em 100 g (5 unidades de 20 g).

Tabela 16. Estimativa de percentagem de proteína atingida (%) na categoria de 20 % das necessidades nutricionais diárias de discentes beneficiados pelo PNAE

Categoria 20 % PNAE	Meta PNAE Proteínas (g)/ dia	Percentual de proteína atingida (%)			
		P1(11,58 g)	P2 (11,43 g)	PT9 (11,24 g)	P3 (12,95 g)
PE(4-5anos)	8,5	136,23	134,47	132,23	152,35
EF(6-10anos)	10	115,8	114,3	112,4	129,5
EF(11-15anos)	15	77,2	76,2	74,93	86,33
EM(16-18anos)	17	68,11	67,23	66,11	76,17
EM(19- 30anos)	15	77,2	76,2	74,93	86,33
EJA(31-60anos)	14	82,71	81,64	80,28	92,5

Fonte: Energia – Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), 2004; Carboidrato, Proteína e Lipídio – Organização Mundial de Saúde (OMS), 2004 e 2007. * Para uso de referência dessa resolução, usou-se faixa de carboidrato de 55% a 65% do Valor Energético Total da Dieta (VET). PE: Pré-Escola; EF: Ensino Fundamental; EM: Ensino Médio; EJA: Educação de Jovens e Adultos.

Todas as amostras se mostraram capazes de fornecer mais de 60 % de proteína, para todas as faixas etárias.

Para Pré-escola (PE), a amostra P3 com 12,95 g de proteína, atingiu porcentagem de 152,35 %, e 129,5 % de contribuição para crianças de 6-10 anos.

Para o EF, supriram mais de 100 % da necessidade para crianças de 6-10 anos. Isso indica que 100 g do produto é suficiente para suprir a necessidade proteica desta refeição específica.

A Tabela 17 apresenta as recomendações de macronutrientes para atender 30 % e 70 % das necessidades nutricionais diárias de discentes beneficiados pelo PNAE

Tabela 17. Recomendação para atender 30 % e 70 % das necessidades nutricionais diárias de discentes beneficiados pelo PNAE

Discentes	30 % PNAE				70 % PNAE			
	Proteínas (g)	Lipídios (g)	*Carboidratos (g)	Valor Calórico (kcal)	Proteínas (g)	Lipídios (g)	*Carboidratos (g)	Valor Calórico (kcal)
PE (4-5anos)	12,5	13,5	61	405	29,5	31,5	142	945
EF (6-10anos)	15	16,5	74	493	36	38,5	172,5	1150
EF (11-15anos)	22,5	24	106,5	710	51,5	55	248,5	1656
EM (16-18 anos)	25,5	27,5	122	815	59,5	63,5	285,5	1902
EM (19– 30 anos)	17,5	18	107	715	52,5	42	250	1668
EJA (31-60 anos)	21,5	17	103,5	689	50	40,5	241	1607

Fonte: Energia – Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), 2004; Carboidrato, Proteína e Lipídio – Organização Mundial de Saúde (OMS), 2004 e 2007. * Para uso de referência dessa resolução, usou-se faixa de carboidrato de 55% a 65% do Valor Energético Total da Dieta (VET). PE: Pré-Escola; EF: Ensino Fundamental; EM: Ensino Médio; EJA: Educação de Jovens e Adultos.

Nas Figuras 21 a 26, é possível observar a contribuição em porcentagem, das amostras de almôndega de ubarana (P1, P2, PT9 e P3), nas metas de 20 %, 30 % e 70 % estabelecidas no PNAE, para a categoria do Ensino Fundamental para crianças de 6 a 10 anos, e para os de 11 a 15 anos, especificamente.

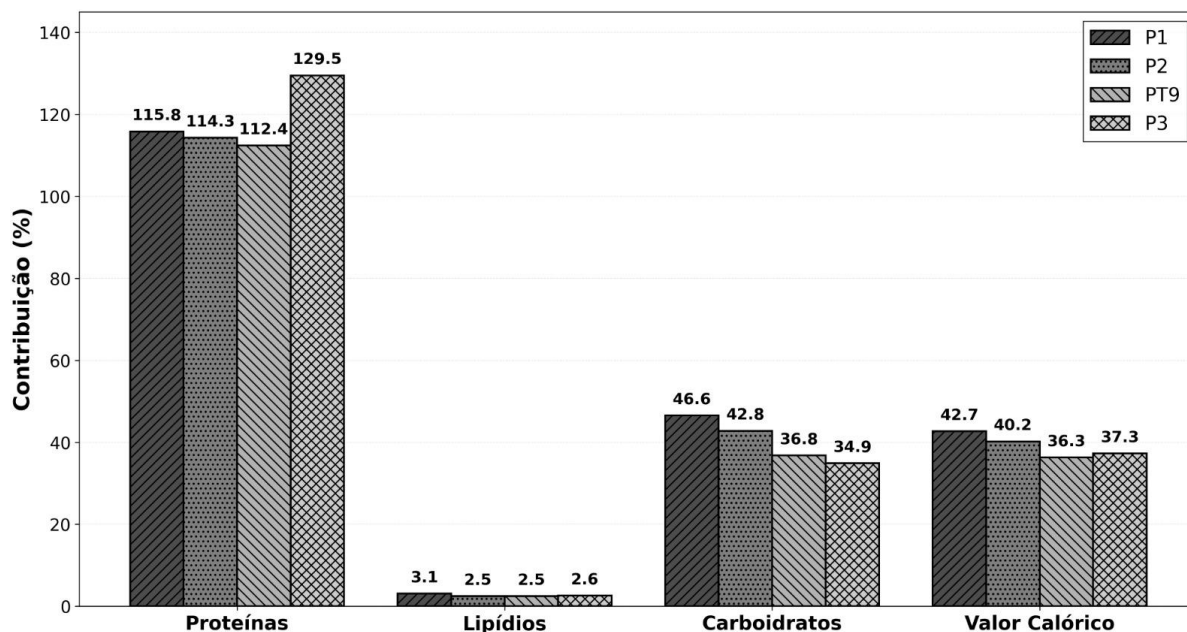


Figura 21. Contribuição da utilização de almôndegas de ubarana para 20 % das Necessidades do PNAE para EF (6 a 10 anos)

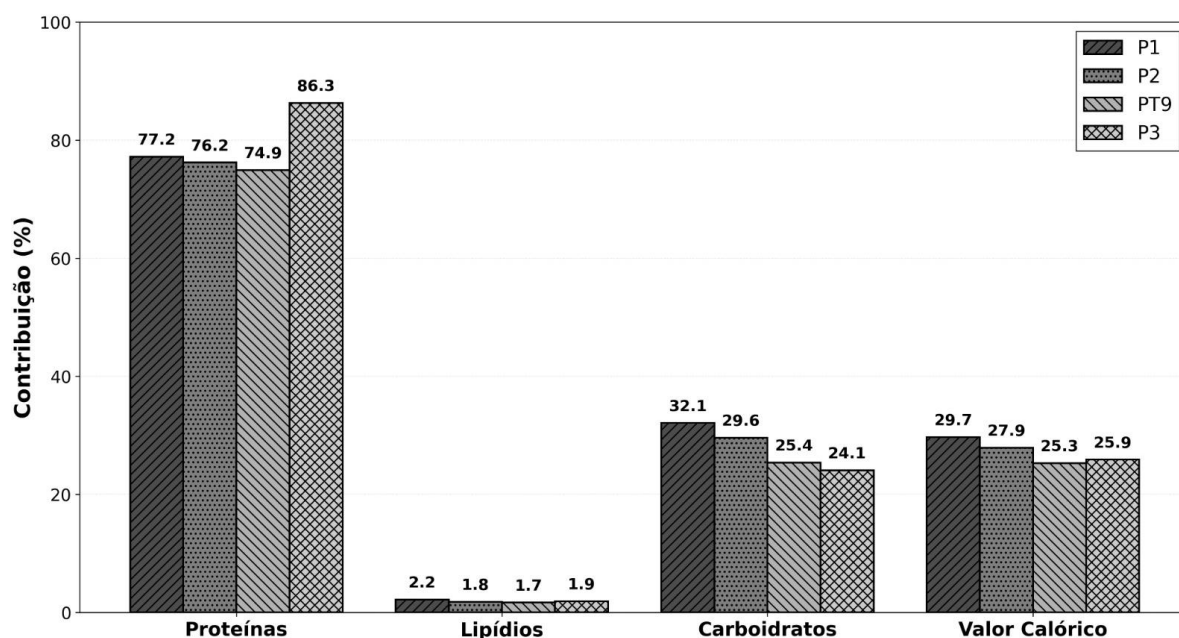


Figura 22. Contribuição da utilização de almôndegas de ubarana para 20 % das Necessidades do PNAE para EF (11 a 15 anos)

No quesito Densidade energética e Carboidratos, para a categoria 20 % (Figuras 21 e 22), a amostra P1 apresenta a maior contribuição calórica (42,7 % para 6-10 anos e 29,7 % para 11-15 anos) e de carboidratos (46,6 % e 32,1 %, respectivamente). Esse perfil é favorecido pela sua composição centesimal, que registra o maior valor de carboidratos (22,81 g/100 g) e calorias (140,62 kcal/100 g) entre as formulações testadas.

Um dado relevante é a baixíssima contribuição das amostras na meta de lipídios, não ultrapassando 3,1 % para qualquer categoria. Conforme os gráficos de contribuição com o PNAE (de 29 a 34), os níveis de lipídios nas almôndegas variam de 0,27 g a 0,34 g/100 g.

De acordo com a Resolução nº 06/2020, o controle de gorduras saturadas e totais é prioritário no PNAE para a prevenção da obesidade infantil (Plan Pnae, 2020). Nutricionalmente, isso de fato, é positivo, porém, exige que as guarnições da merenda escolar forneçam as gorduras essenciais necessárias para o equilíbrio da dieta.

Para alunos mais velhos, categoria Ensino Fundamental de 11 a 12 anos, a contribuição percentual reduz devido ao aumento das necessidades nutricionais (Meta PNAE: 15 g proteína e 473 kcal).

Nenhuma amostra atinge individualmente os 100 % da meta de 20 % de proteína para esta faixa, com a P3 chegando ao patamar mais alto de 86,3 % de contribuição (Figura 22).

Na categoria 30 % (Figura 23), a necessidade estabelecida para o EF de 6 a 10 anos é de 15,0 g de proteína. Todas as amostras apresentam excelente desempenho, com destaque para a P3, que supre 86,3 % dessa meta em uma porção de 100 g.

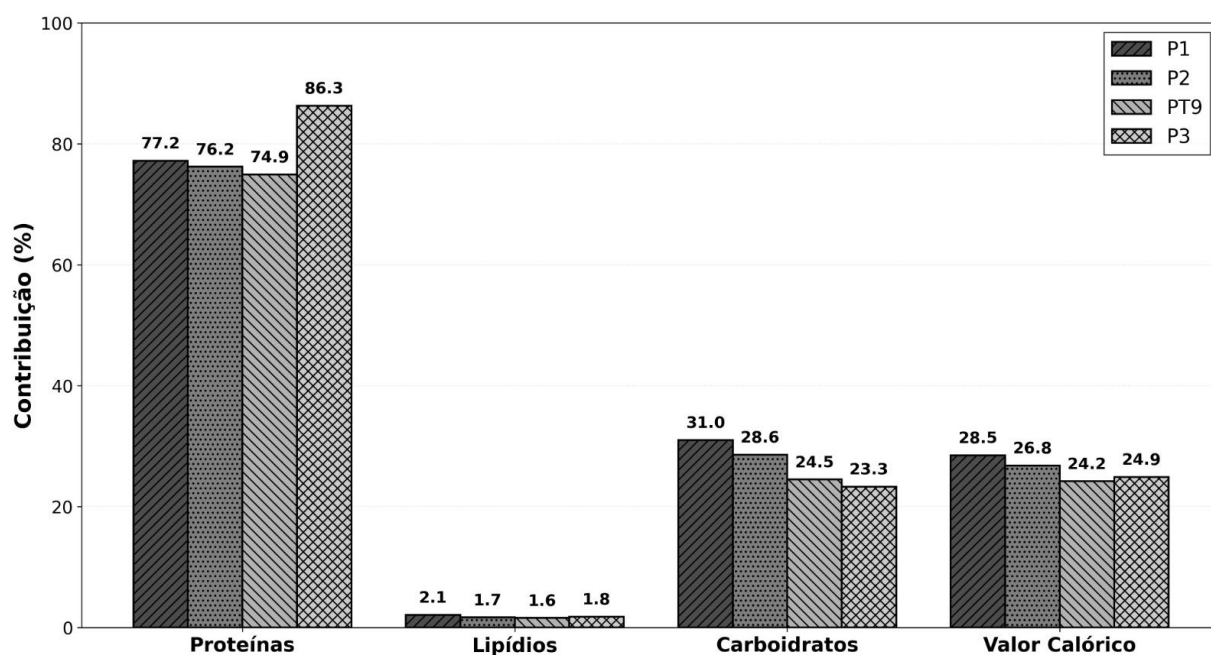


Figura 23. Contribuição da utilização de almôndegas de ubarana para 30 % das Necessidades do PNAE para EF (6 a 10 ano)

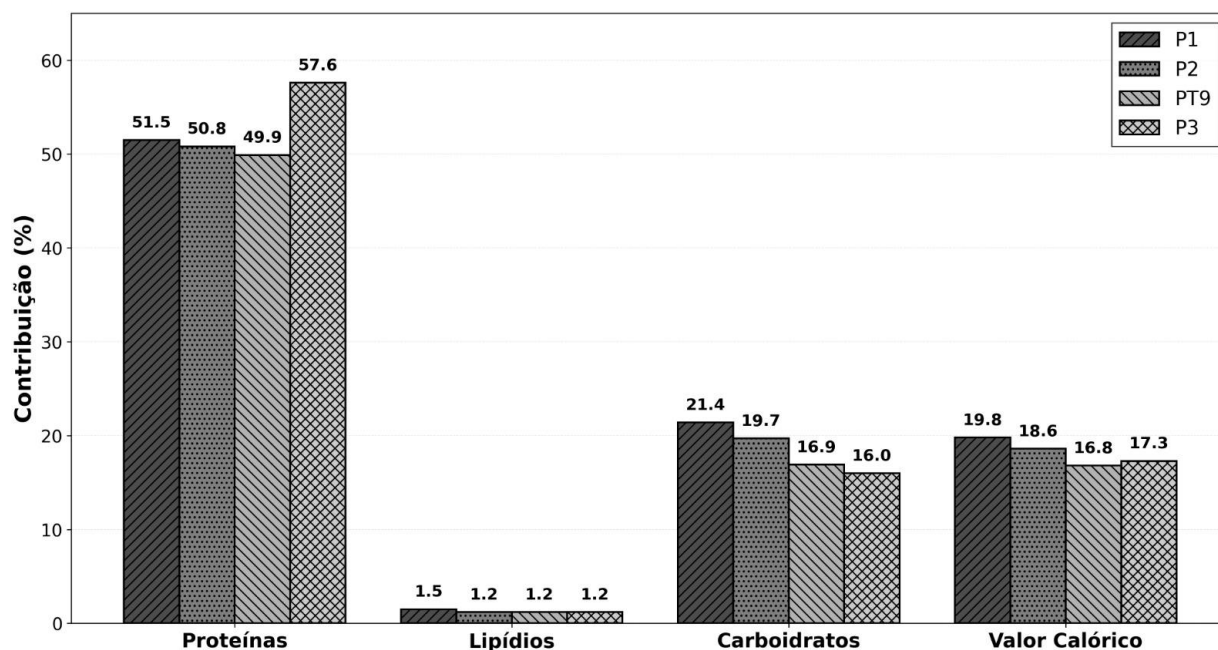


Figura 24. Contribuição da utilização de almôndegas de ubarana para 30 % das Necessidades diárias do PNAE para EF (11 a 15 anos)

A contribuição de carboidratos para a meta de 30% atinge seu ápice na amostra P1 (31,0 % para EF 6-10 anos). Esse valor é influenciado pela presença da farinha de cenoura, que possui alto teor de carboidratos (76,02 g/100g).

A contribuição energética é mais modesta, variando de 24,2 % a 28,5 % para o grupo de 6-10 anos e de 16,8 % a 19,8 % para o grupo de 11-15 anos (Figura 24). Isso indica que a almôndega atua como o componente proteico principal, devendo ser acompanhada de outras fontes energéticas no prato escolar para atingir a totalidade dos 30 % requeridos.

As almôndegas demonstraram uma contribuição mínima para a meta de lipídios, variando de apenas 1,2 % a 2,1 %. Isso se deve ao baixíssimo teor de gordura nas formulações finais (0,27 a 0,34 g/100g).

Os alunos matriculados em escolas de tempo integral devem receber no mínimo três refeições, cobrindo 70 % de suas necessidades diárias. O EF de 6 a 10 anos (Figura 25), com uma meta diária de 35,0 g de proteína para o período integral, a amostra P3 destaca-se ao suprir isoladamente 37,0 % dessa necessidade em apenas 100 g de produto.

As amostras P1, P2 e PT9 mantêm contribuições sólidas de 33,1 %, 32,7 % e 32,1 %, respectivamente. Já para o EF (Figura 26) de 11 a 15 anos, para esta faixa etária, a meta de 70 % eleva-se para 52,5 g de proteína. A amostra P3 contribui com 24,7 % do total diário, enquanto as demais amostras flutuam entre 21,4 % e 22,1 %.

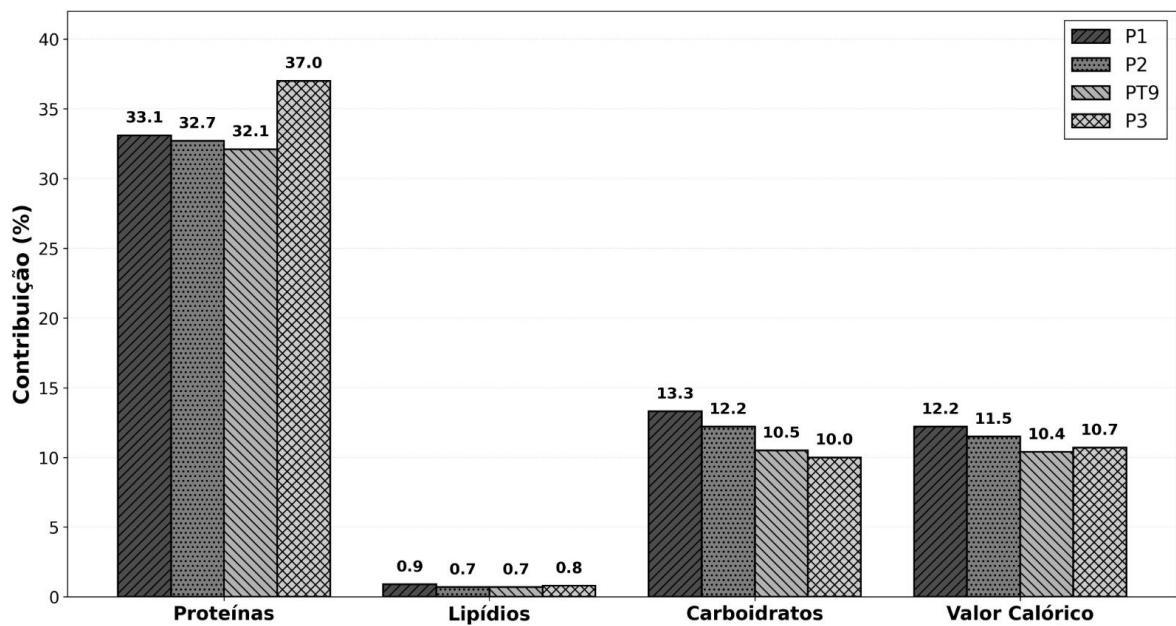


Figura 25. Contribuição da utilização de almôndegas de ubarana para 70 % das Necessidades (Período Integral) do PNAE para EF (6 a 10 anos)

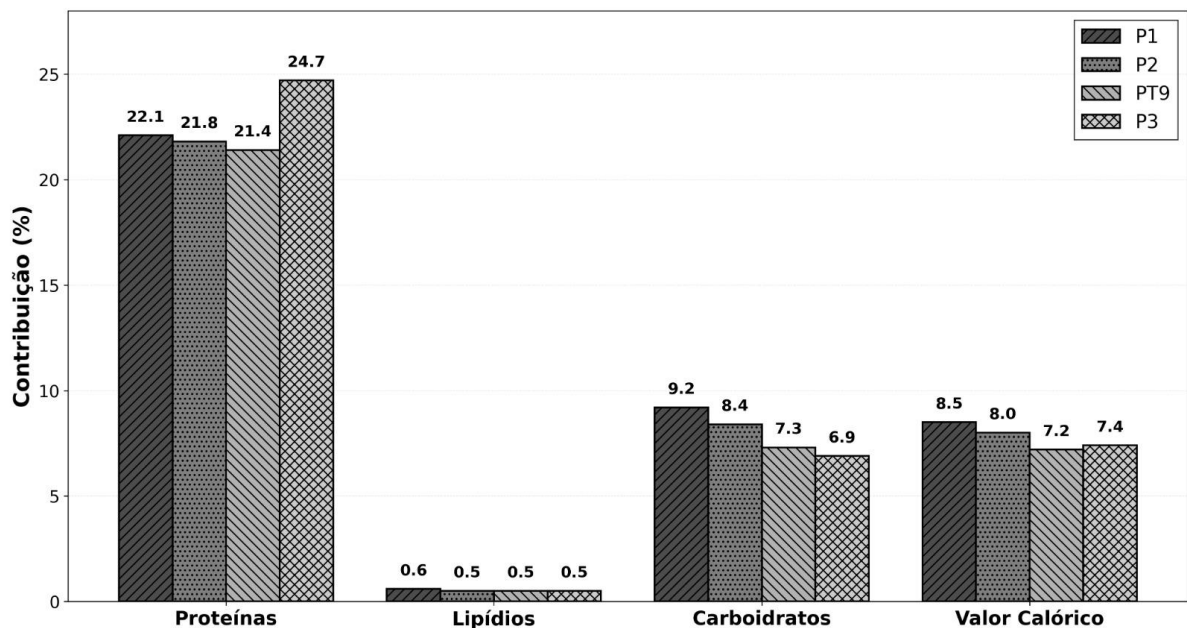


Figura 26. Contribuição da utilização de almôndegas de ubarana para 70 % das Necessidades (Período Integral) do PNAE para EF (11 a 15 anos)

A contribuição para o valor calórico total é proporcionalmente menor, variando de 10,4 % a 12,2 % para o grupo de 6-10 anos e de 7,2 % a 8,5 % para o grupo de 11-15 anos. Isso demonstra que a almôndega atua como a âncora proteica do prato, devendo ser acompanhada de guarnições energéticas para atingir a meta total do PNAE.

As amostras apresentam uma contribuição irrisória para a meta de 70 % de lipídios,

não ultrapassando 0,9 % para crianças de 6-10 anos e 0,6 % para adolescentes de 11-15 anos.

O aproveitamento da farinha de cenoura (rica em carboidratos com 76,02 g/100g) conferiu à amostra P1 o maior índice de atendimento para carboidratos, suprimindo 13,3 % da meta de 70 % para o EF 6-10 anos.

As formulações estudadas, especialmente a P3, mostram-se ferramentas eficazes para o enriquecimento proteico da merenda escolar. A alta contribuição proteica (chegando a 86,3 % da meta de 30 % em crianças de 6-10 anos) aliada ao reduzido valor lipídico está em estrita consonância com as recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMS) e as diretrizes do PNAE para a promoção de uma alimentação saudável no ambiente escolar.

As almôndegas elaboradas com farinha de cenoura também atenderiam aos alunos com necessidades nutricionais específicas, tais como a doença celíaca, por não conterem glúten. Os alimentos fornecidos para os discentes na merenda escolar devem ainda, respeitar os hábitos alimentares, a cultura e a tradição alimentar da localidade, levando em conta questões como a sustentabilidade e a diversificação agrícola da região.

Desta forma, o fornecimento de almôndegas e de outros alimentos à base de pescado na merenda escolar beneficiaria tanto os discentes, com produto de elevado teor proteico, como os pescadores artesanais que teriam renda garantida ao disponibilizarem seus produtos para o PNAE.

5.8 Análise Sensorial

As amostras de almôndega P1, P2, PT9 e P3 e a amostra sem adição da farinha de cenoura (U), foram submetidas a avaliação microbiológica (Anexo 4) encontrando-se de acordo com os parâmetros previstos pela Resolução RDC nº 724, de 1 de julho de 2022 da ANVISA, referência para pescado e produtos à base de pescado. Desta forma, as almôndegas se encontraram aptas para serem preparadas para o processamento e subsequente análise sensorial. A avaliação sensorial das almôndegas foi realizada com o propósito de determinar a aceitabilidade das diferentes formulações desenvolvidas, bem como investigar o impacto da incorporação da farinha de cenoura sobre os atributos sensoriais do produto.

Segunda a Tabela 18, dos 100 provadores, 57 % foram do gênero feminino e 43 % do masculino. A faixa etária predominante foi a de 21 a 30 anos, que correspondeu a 63 % dos participantes.

Tabela 18. Perfil dos 100 provadores quanto ao sexo e à faixa etária

Perfil dos 100 avaliadores		
Sexo	Masculino	43 %
	Feminino	57 %
Faixa Etária	18-20 anos	31 %
	21-30 anos	63 %
	31-40 anos	2 %
	41-50 anos	2 %
	50+	2 %

A partir da caracterização do perfil dos avaliadores (Tabela 19), observou-se que a percepção geral sobre o pescado foi amplamente favorável, visto que 97 % dos participantes reconheceram esse alimento como saudável.

Esse achado é consistente com estudos que demonstram os benefícios do consumo de pescado para a saúde humana, incluindo seus efeitos positivos no metabolismo e na prevenção de doenças cardiovasculares e metabólicas, atribuídos a componentes como ácidos graxos ômega-3 e proteínas de elevado valor biológico (Streit, 2024; Do Prado Martinazzo, 2025; Ferreira, 2026). Entretanto, apenas 73 % dos avaliadores afirmaram ter o hábito de consumir pescado, sugerindo um descompasso entre o reconhecimento dos benefícios e a prática alimentar efetiva. Essa discrepância entre conhecimento e consumo tem sido observada em outras populações, inclusive em estudos que apontam baixos níveis de ingestão de peixe em relação às recomendações dietéticas internacionais (Ferris; Sipes, 2024; Utri-Khodadady; Głabska, 2023). Quanto à frequência de consumo, 50 % dos entrevistados relataram consumir pescado ocasionalmente e 31 % mensalmente, enquanto apenas 10 % o consomem semanalmente, sem registros de consumo superior a uma vez por semana.

Esses dados refletem padrões alimentares similares observados em outras amostras populacionais, em que uma grande proporção dos indivíduos não atende à recomendação de consumo de peixe pelo menos duas vezes por semana, conforme proposto por diretrizes nutricionais internacionais (Us, 2015; FAO, 2024). Com relação à forma de preparo, os avaliadores mostraram preferência por mais de uma forma, tendo a forma frita maior frequência de citações (69 %), seguida por opções consideradas nutricionalmente mais favoráveis, como peixe assado ou grelhado (45 %) e cozido (35 %). A predominância de preparações fritas pode reduzir os benefícios nutricionais do pescado, por tender a aumentar o teor de lipídios saturados e alterar a composição de ácidos graxos essenciais, aspecto que impacta o perfil de qualidade do alimento (Sartori; Amancio, 2012).

Tabela 19. Perfil dos 100 provadores quanto ao consumo de pescado

Considera saudável o hábito de consumir pescado	
Sim	97 %
Não	3 %
Tem o hábito de consumir pescado	
Sim	73 %
Não	27 %
Frequência de consumo de pescado	
Ocasionalmente	50 %
Mensalmente	31 %
Quinzenalmente	9 %
Semanalmente	10 %
Mais de uma vez por semana	0 %
Forma de consumo de pescado	
Cozido	35 %
Assado ou Grelhado	45 %
Frito	69 %
Industrializado	9 %
Outra forma	3 %

A menor proporção de consumo de pescado industrializado (9 %) pode estar relacionada à preferência por produtos frescos ou minimamente processados, bem como às limitações de oferta e custo associadas a alimentos industrializados em certos contextos

populacionais. Estudos de perfil de consumo indicam que fatores econômicos e de acessibilidade influenciam significativamente o padrão de escolha alimentar, incluindo o pescado (Wagner *et al.*, 2022).

Além disso, um pequeno grupo de avaliadores (3 %) indicou consumo de pescado cru, associado a culinária japonesa, o que destaca a influência de aspectos culturais e tendências alimentares emergentes, mas que ainda representa uma parcela minoritária no repertório de consumo. Essa diversidade de formas de consumo, mesmo que limitada, reforça a complexidade dos comportamentos alimentares em diferentes contextos.

Em conjunto, esses resultados demonstram que, embora os avaliadores reconheçam amplamente o pescado como um alimento saudável, o consumo regular permanece abaixo das recomendações de saúde pública e concentra-se em formas de preparo que podem diminuir parte de seus benefícios nutricionais. Esse cenário sinaliza a necessidade de políticas públicas e intervenções educativas orientadas para promover o consumo regular de pescado e incentivar métodos de preparo mais saudáveis (FAO, 2024).

Os resultados para os testes de aceitação apresentaram notas que variaram entre 7 - gostei moderadamente, 6- gostei ligeiramente e 5 - nem gostei/ nem desgostei. A análise sensorial revelou diferenças significativas nos escores médios atribuídos pelos avaliadores para os atributos aparência geral, cor e sabor ($p < 0,05$). (Tabela 20).

Tabela 20. Notas de aceitação dos atributos aparência geral, cor, aroma, sabor e textura das almôndegas de ubarana utilizando escala hedônica de 9 pontos

Amostras	U (%)	FC (%)	FM (%)	Aparência Geral*	Cor*	Aroma*	Sabor *	Textura*
P1	50	16	10	6,84 ^a	7,03 ^a	7,27 ^a	5,74 ^b	5,95 ^a
P2	53	13	10	6,79 ^a	6,95 ^a	7,10 ^a	6,06 ^a	6,15 ^a
PT9	56	10	10	6,97 ^a	7,01 ^a	7,19 ^a	5,33 ^b	5,69 ^a
P3	60	6	10	6,30 ^a	6,34 ^b	6,90 ^a	5,85 ^a	5,81 ^a
U*	76	0	10	5,58 ^b	5,21 ^c	7,04 ^a	6,63 ^a	6,44 ^a

U (%): CTP de ubarana; FC (%): farinha de cenoura; FM (%): fécula de mandioca. U*: amostra sem adição da farinha de cenoura.

A aparência geral é atributo de sentido importante que influencia fortemente a aceitação do produto por parte do consumidor (Ferreira, 2020; Dos Santos Cunha *et al.*, 2025). As quatro amostras (P1, P2, PT9 e P3) não apresentaram diferença significativa entre si para o atributo aparência geral. Mas, se destacaram em comparação à amostra controle (U = 5,58). Resultados semelhantes foram relatados por De Paula Penna *et al.* (2023), ao aplicarem ingredientes vegetais em produtos cárneos e observarem incremento sensorial em cor e aparência.

A relevância do atributo cor, também foi vista nas amostras com maior acréscimo da farinha de cenoura (P1-7,03, P2-6,95 e T9-7,01) e inferior na amostra controle (U) o que concorda com achados de pesquisa em pescado empanado, na qual os termos predominantes para aparência foram cor, uniformidade e textura visual, atributos esses fortemente relacionados à aceitação global do produto (Nurhasanah, 2024; Pires, 2015).

Quanto ao sabor, as amostras com menor quantidade de farinha de cenoura (P2-6,06, P3-5,85 e U-6,63) apresentaram médias superiores às demais. Esse padrão indica que, embora

as formulações enriquecidas tenham melhorado aparência e aroma, modificações na matriz podem alterar o perfil gustativo, reduzindo a intensidade de sabores esperados pelos consumidores. Essa situação já foi observada em estudos que mostram dificuldades em equilibrar sabor e texturas em produtos enriquecidos com aditivos funcionais, mesmo quando atributos visuais melhoram (Cerqueira *et al.*, 2020). No atributo textura, não houve diferença estatística entre as amostras de almôndega.

De forma geral, os resultados confirmam o potencial tecnológico do emprego da farinha de cenoura na elaboração de produtos à base de pescado, atuando positivamente sobre os atributos visuais e sensoriais. Além disso, evidenciam que o delineamento experimental aplicado gerou efeitos diferenciados nas características sensoriais do produto, permitindo identificar formulações superiores e direcionar o desenvolvimento tecnológico de almôndegas de ubarana com maior aceitação pelo consumidor. A Tabela 21 mostra os índices de aceitação para os atributos das cinco formulações de almôndega.

Tabela 21. Índices de aceitação para os atributos aparência geral, cor, aroma, sabor e textura das almôndegas de ubarana

Amostras de almôndegas	U (%)	FC (%)	FM (%)	Aparência%	Cor %	Aroma %	Sabor %	Textura %
P1	50	16	10	76,0	78,1	80,8	63,8	66,1
P2	53	13	10	75,4	77,2	78,9	67,3	68,3
PT9	56	10	10	77,4	77,9	79,3	61,5	63,2
P3	60	6	10	70,0	70,4	76,7	65,0	64,6
U	76	0	10	62,0	57,9	68,9	75,9	71,6

Critério: IA $\geq$ 70% indicam boa aceitação (DUTCOSKY, 1996)

Os resultados do índice de aceitação (IA %) demonstraram que as amostras P1-76, P2-75,4 e T9-77,4 apresentaram desempenho sensorial superior, com IA $\geq$ 75 % para a maior parte dos atributos avaliados, caracterizando boa aceitação pelos consumidores. Isso indica que a incorporação de farinha de cenoura não prejudicou a percepção sensorial das almôndegas, corroborando com Dutcosky (1996), que estabelece valores $\geq$ 70 % como satisfatórios para produtos alimentícios.

Estudos sobre produtos à base de pescado demonstram que aparência e cor são atributos decisivos na expectativa de qualidade e são fatores fortemente associados à aceitabilidade do produto (Silva *et al.*, 2021; Rebouças *et al.*, 2012). A adição de ingredientes naturais pode melhorar sua estrutura e a aceitabilidade.

Lustosa-Neto, *et al.* (2018) observaram que almôndegas de tilápia quando enriquecidas com fibras vegetais funcionais, apresentaram aumento na aceitação sensorial, particularmente nos atributos textura e aparência. Resultados semelhantes foram relatados por Freitas *et al.* (2020), que observaram melhoria significativa em atributos sensoriais após a aplicação de ingredientes vegetais em produtos de pescado, reforçando a contribuição funcional do ingrediente. Esses resultados foram semelhantes ao observado nas almôndegas de ubarana enriquecidas com farinha de cenoura do presente trabalho. Ao final da ficha sensorial foi solicitado aos avaliadores que colocassem as amostras em ordem crescente de preferência, de forma subjetiva, ou seja, sem a atribuição de notas (Tabela 21).

Tabela 22. Ordenação por preferência das amostras de almôndegas de ubarana segundo os 100 provadores

Amostra	Posto médio
P1	2,895 ^a
P2	2,821 ^a
PT9	3,168 ^a
P3	3,179 ^a
U	2,937 ^a

*P1: ponto axial; P2: ponto axial 2.; T9: tratamento 9 do delineamento de mistura.; P3: ponto axial 3; U: almondega de ubarana, sem adição de farinha de cenoura. Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

A preferência de consumo foi avaliada por teste de ordenação, sendo os dados analisados pelo teste de Friedman. Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre as amostras ($\chi^2 = 4,08$; $p = 0,395$), o que significa que todas as amostras obtiveram a mesma preferência. O coeficiente de concordância de Kendall indicou baixa concordância entre os julgadores ($W = 0,011$).

Na ficha de avaliação sensorial dos produtos também constava uma pergunta sobre a intenção de compra. Foi perguntado aos consumidores se comprariam o produto e em caso positivo, qual amostra. Na Tabela 23 está apresentada a intenção de compra das almôndegas pelos avaliadores. Foi verificado que 85 % dos avaliadores demonstraram intenção de compra das almôndegas de Ubarana. 31 % dos avaliadores demonstraram intenção de compra das 5 das amostras de almôndegas apresentadas; 3 % para quatro das amostras; 9 % para três das amostras oferecidas; 25 % para duas amostras de almôndegas e 17 % dos provadores relataram terem a intenção na compra de, ao menos, uma das amostras.

Tabela 23. Intenção de compra das almôndegas de ubarana segundo os 100 provadores

Amostra	Posto médio
P1	2,774 ^a
P2	3,032 ^a
PT9	3,226 ^a
P3	3,161 ^a
U	2,806 ^a

*P1: ponto axial; P2: ponto axial 2.; T9: tratamento 9 do delineamento de mistura.; P3: ponto axial 3; U: almondega de ubarana, sem adição de farinha de cenoura. Valores seguidos pela mesma letra não diferem significativamente entre si ($p > 0,05$).

O resultado do teste indica que não houve diferença estatística na preferência de consumo entre as formulações, sugerindo que, do ponto de vista sensorial, as cinco formulações apresentam níveis similares de aceitação e intenção de compra.

A Tabela 24 traz um resumo da caracterização das quatro amostras de almôndegas de Ubarana incorporadas de farinha de cenoura.

Tabela 24. Resumo comparativo das características das quatro amostras de almôndega selecionadas a partir do delineamento de misturas.

ANÁLISES	P1	P2	PT9	P3
Carotenoides totais pós bioacessibilidade (µg)	1396,00 ^b	972,00 ^a	1463,00 ^b	1023,00 ^a
Potencial nutricional em Vitamina A (µg RAE/d)	87,25	60,75	91,40	63,93
Atividade antioxidante (DPPH)	6,01 ^a	5,90 ^a	5,51 ^a	5,52 ^a
Atividade antioxidante (FRAP)	0,00024 ^a	0,00023 ^{ab}	0,00016 ^c	0,00017 ^{cb}
Digestão de proteína (%)	61,31 ^{ab}	54,82 ^a	64,59 ^b	53,41 ^a
Composição Centesimal (g/100g) – cinzas	2,29 ^c	1,62 ^a	1,85 ^a	1,68 ^a
Composição Centesimal (g/100g) – proteína	11,58 ^b	11,43 ^{ab}	11,24 ^a	12,95 ^d
Composição Centesimal (g/100g) – lipídios	0,34 ^a	0,28 ^a	0,27 ^a	0,29 ^a
Composição Centesimal (g/100g) – carboidratos	22,81 ^e	20,99 ^d	18,02 ^c	17,09 ^b
Composição Centesimal – umidade (%)	62,95 ^b	65,65 ^c	68,60 ^e	67,97 ^d
Valor Calórico (kcal/100g)	140,62 ^a	132,20 ^b	119,47 ^c	122,77 ^c
Exigências PNAE (20% EF – 6 a 10 anos) – PTN%	115,80	114,30	112,40	129,50
Exigências PNAE (20% EF – 6 a 10 anos) – CHO%	46,60	42,80	36,80	34,90
Análise sensorial (aparência geral %)	6,84 ^a	6,79 ^a	6,97 ^a	6,30 ^a
Análise sensorial (intenção de compra%)	2,77 ^a	3,03 ^a	3,22 ^a	3,16 ^a

P1- 50 % de CTP de 76ukey76a e 16 % FC; P2: 53 % de CTP e 13 % de FC; PT9: 56 % de CTP e 10 % de FC e P3: 60 % de CTP e 6 % de FC. 34 %, valores fixos nas formulações referente à FM e temperos. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística pelo teste de 76ukey ($p < 0,05$) ou ponto médio.

6 CONCLUSÕES

O presente estudo demonstrou a viabilidade do desenvolvimento de almôndegas elaboradas a partir de carne triturada de ubarana (*Albula vulpes*), incorporadas com farinha de cenoura (*Daucus carota L.*) e fécula de mandioca. As formulações propostas apresentaram desempenho tecnológico satisfatório, evidenciado por parâmetros físico-químicos, instrumentais e sensoriais adequados, consolidando-se como uma alternativa inovadora para o aproveitamento de recursos pesqueiros subutilizados e hortaliças descartadas.

De modo geral, os resultados indicaram que a incorporação dos ingredientes vegetais contribuiu positivamente para o perfil nutricional e funcional do produto.

Entre as quatro formulações avaliadas, P1 (50 % de CTP de ubarana e 16 % FC), P2 (53 % de CTP e 13 % de FC), PT9 (56 % de CTP e 10 % de FC) e P3 (60 % de CTP e 6 % de FC), a formulação PT9 destacou-se como a mais promissora do ponto de vista nutricional e tecnológico, apresentando os maiores teores de carotenoides totais pós-bioacessibilidade (1.463,00 µg), o melhor potencial nutricional em Vitamina A (91,40 µg RAE/d), a maior digestibilidade proteica (64,59 %) e o maior teor de umidade (68,60 %), o que favorece a característica tecnológica de textura do produto.

No que diz respeito à composição centesimal, todas as formulações apresentaram perfil adequado, com destaque para a formulação P3, que registrou os maiores valores de proteína (12,95 g/100g) e carboidratos (17,09 g/100g). A atividade antioxidante, avaliada pelos métodos DPPH e FRAP, evidenciou que as almôndegas desenvolvidas possuem compostos bioativos com potencial funcional relevante, reforçando o valor agregado do produto para além de sua composição macronutricional.

Quanto ao atendimento das exigências nutricionais do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), as formulações demonstraram contribuição expressiva para o fornecimento de proteínas (PTN %) e carboidratos (CHO %), sendo a formulação P1 a que apresentou maior percentual de atendimento para PTN % (115,80) e P3 para CHO % (34,90 para 20 % EF — 6 a 10 anos), confirmando a viabilidade das almôndegas como produto direcionado à alimentação escolar.

A análise sensorial revelou aceitação satisfatória para todas as formulações, tanto para aparência geral quanto para intenção de compra, sem diferenças estatísticas significativas entre as amostras ($p > 0,05$). A formulação PT9 apresentou os melhores índices de aceitação sensorial (aparência geral: 6,97; intenção de compra: 3,22), corroborando os dados instrumentais e consolidando sua superioridade como formulação de referência.

Conclui-se, portanto, que as almôndegas de ubarana com farinha de cenoura e fécula de mandioca constituem um produto alimentar tecnologicamente viável, nutricionalmente rico em compostos bioativos e sensorialmente aceito, configurando-se como uma inovadora estratégia para a segurança alimentar, para a aplicação na alimentação escolar e para a valorização de matérias-primas regionais subexploradas. A formulação PT9, com 56 % de CTP e 10 % de FC e fécula de mandioca como agente ligante, é recomendada como formulação ótima para escalonamento industrial e aplicação em políticas públicas de alimentação.

SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Escolha de Alimentos Bioativos

Uso de outros alimentos, fonte de bioativos como, beterraba, Batata-Doce (Polpa Alaranjada), Abóbora (Jerimum), Hortaliças Folhosas Verde-Escuras como couve e ora-pro-nóbis, para estudo de compostos bioativos; Uso de outras espécies de pescado para avaliar aceitabilidade.

- Estabilidade e Conservação (*Shelf-life*)

Avaliar a estabilidade oxidativa e microbiológica da almôndega sob vácuo ou atmosfera modificada; Avaliação da estabilidade dos carotenoides durante o congelamento e biodisponíveis após 30, 60 e 90 dias de armazenamento congelado; Estudo e comparação entre diversos métodos de secagem da farinha de vegetal.

- Otimização Tecnológica e Textura

Uso de extensores e ligantes naturais (como sementes de chia ou linhaça) para melhorar a retenção de água e a textura das almôndegas de ubarana; Aplicação de diferentes métodos de cocção; Uso de outros tipos de molde para formatados, como Hamburger para avaliar diferença na textura.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADDINSOF. **XLSTAT statistical analysis software**, versão 2015. Disponível em: <<http://www.xlsat.com>>. Acesso em: 07 fev. 2015.
- ADITIVOS INGREDIENTES. A rancidez oxidativa nos alimentos. **Aditivos Ingredientes**, 3 jan. 2026. Disponível em: <<https://aditivosingredientes.com/artigos/052023-artigos-editoriais/a-rancidez-oxidativa-nos-alimentos>>. Acesso em: 12 fev. 2026.
- ADRIANO, L. H. C. et al. Tutorial para aplicação didática de planejamentos de misturas utilizando LibreOffice e RStudio. **Química Nova**, v. 47, e-20240016, 2024.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Instrução Normativa nº 75, de 8 de outubro de 2020**. Estabelece os requisitos técnicos para a declaração da rotulagem nutricional dos alimentos embalados. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 8 out. 2020. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=458476>>. Acesso em: 25 jan. 2025.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Portal de Rotulagem Nutricional**. 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/alimentos/rotulagem/rotulagem-nutricional>>. Acesso em: 25 jan. 2025.
- AGRO ESTADÃO. Cenoura: conheça os benefícios e como cultivar. **Agro Estadão**, [s.d.]. Disponível em: <<https://agro.estadao.com.br/economia/cenoura-conheca-os-beneficios-e-como-cultivar>>. Acesso em: 12 dez. 2025.
- AL-HABSI, N. et al. Herbs and spices as functional food ingredients: therapeutic properties, antioxidant and antimicrobial activities, and applications in food preservation. **Journal of Functional Foods**, v. 129, 2025.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). Official Methods of Analysis. Method number 960.15. Gaithersburg: AOAC International, 2005.
- APLEVICZ, K. S.; DEMIATE, I. M. Caracterização de amidos de mandioca nativos e modificados e utilização em produtos panificados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 3, p. 478-484, jul.-set. 2007.
- ARUNKUMAR, R.; GORUSUPUDI, A.; BERNSTEIN, P. S. The macular carotenoids: a biochemical overview. **BBA – Molecular and Cell Biology of Lipids**, v. 1865, p. 158617, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bbalip.2020.158617>.
- ASSUNÇÃO, M. C. F. et al. Anemia em menores de seis anos: estudo de base populacional em Pelotas, RS. **Revista de Saúde Pública**, v. 41, n. 3, p. 328-335, 2007.
- BAINY, E. M. et al. Physical changes of tilapia fish burger during frozen storage. **Boletim do CEPPA**, v. 33, n. 2, 2015.
- BARBER, T. et al. Vitamin A deficiency and alterations in the extracellular matrix. **Nutrients**, v. 6, n. 11, p. 4984-5017, 2014.

BARBOSA, C. V. et al. Segurança microbiológica de alimentos desidratados: atividade de água e controle de patógenos. **Revista Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 3, p. 450-458, 2007.

BARUFFALDI, R. et al. Efeito do armazenamento em condições ambientais na qualidade de cenoura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 3, n. 2, p. 155-160, 1983.

BENZIE, I. F. F.; STRAIN, J. J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. **Analytical Biochemistry**, v. 239, n. 1, p. 70-76, 1996.

BETORET, E. et al. Functional foods development: trends and technologies. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, n. 9, p. 498-508, 2011.

BHATT, T.; PATEL, K. Carotenoids: potent to prevent diseases review. **Natural Products and Bioprospecting**, v. 10, p. 109-117, 2020. DOI: 10.1007/s13659-020-00244-2.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do Processamento de Alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela, 2000.

BORDIGNON, A. et al. Desenvolvimento de nuggets com CMNS de tambatinga (*C. macropomum* x *P. brachypomus*) e pescada amarela (*Cynoscion acoupa*) e sua avaliação físico-química, microbiológica e sensorial. In: **CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PESCADO: UMA ANÁLISE PLURALISTA**. v. 4. [S.l.]: Editora Científica Digital, 2022. p. 24-37.

BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A.; SIGNOR, A. A. Rendimento de carcaça e filé da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 3, p. 737-741, 2001.

BOURNE, M. C. **Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement**. 2. ed. San Diego: Academic Press, 2002.

BOURNE, M. C. Texture profile analysis. **Food Technology**, v. 32, p. 62-66, 1978.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT – Food Science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005**. Aprova o Regulamento Técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 set. 2005.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução nº 18, de 30 de abril de 1999**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1999.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução nº 19, de 30 de abril de 1999**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1999.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005**. Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2005. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/alimentos/legis/especifica/regutec.htm>>. Acesso em: 19 jul. 2023.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 243, de 26 de julho de 2018**. Dispõe sobre os requisitos sanitários dos suplementos alimentares. Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 144, p. 101, 27 jul. 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 429, de 8 de outubro de 2020**. Dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados. Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 195, p. 73, 9 out. 2020.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 724, de 1º de julho de 2022**. Dispõe sobre os padrões microbiológicos de alimentos e sua aplicação. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Instrução Normativa – IN nº 28, de 26 de julho de 2018**. Estabelece as listas de constituintes, de limites de uso, de alegações e de rotulagem complementar dos suplementos alimentares. Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 144, p. 110, 27 jul. 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Instrução Normativa nº 75, de 8 de outubro de 2020**. Estabelece os requisitos técnicos para a declaração da rotulagem nutricional dos alimentos embalados. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 8 out. 2020.

BRASIL. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Cartilha Nacional da Alimentação Escolar**. 2. ed. Brasília: FNDE, 2015. Disponível em: <<https://www.fnde.gov.br/index.php/programas/pnae/pnae-area-gestores/pnae-manuais-cartilhas/item/6820-cartilha-pnae2015>>. Acesso em: 27 jun. 2025.

BRASIL. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE): legislação e orientações técnicas**. Brasília: FNDE, 2020.

BRASIL. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Referências Nutricionais para o Programa Nacional de Alimentação Escolar**. Brasília: FNDE, 2009.

BRASIL. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Resolução nº 6, de 8 de maio de 2020**. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar aos alunos da educação básica no âmbito do Programa Nacional de Alimentação Escolar - PNAE. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 12 maio 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/>. Acesso em: 15 abr. 2026.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017**. Regulamenta a Lei nº 1.283/1950 e a Lei nº 7.889/1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 62, p. 3, 30 mar. 2017. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/>>. Acesso em: 25 jan. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 20, de 31 de julho de 2000**. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de almôndega, apesuntado, fiambre, hambúrguer, kibe, presunto cozido e presunto. Disponível em: <http://www.engetecno.com.br/port/legislacao/carnes_hamburger.htm>. Acesso em: 25 jan. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Decreto nº 10.469, de 18 de agosto de 2020**. Altera o Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017 (RIISPOA). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 19 ago. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. **Resolução nº 26, de 17 de junho de 2013**. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar aos alunos da educação básica no âmbito do PNAE. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 jun. 2013. Disponível em: <<https://www.fnnde.gov.br>>. Acesso em: 08 jan. 2026.

BRASIL. Ministério da Pesca e Aquicultura. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura 2013**. Brasília: MPA, 2013.

BRASIL. Organização das Nações Unidas. **Os objetivos de desenvolvimento sustentável no Brasil**. Nações Unidas Brasil, 2022. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: 25 jan. 2025.

BRODKORB, A. et al. INFOGEST static in vitro simulation of gastrointestinal food digestion. **Nature Protocols**, v. 14, n. 4, p. 991-1014, 2019. DOI: 10.1038/s41596-018-0119-1.

CALHEIROS, K. D. O.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Disponibilidade de ferro, digestibilidade de proteína e teor de β -caroteno em formulados alternativos de baixo custo para alimentação enteral de idosos. **Food Science and Technology**, v. 31, p. 41-55, 2011.

CARBONELL-CAPELLA, J. M. et al. In vitro digestion models: a review. **Food Research International**, v. 88, p. 83-99, 2016.

CARDOSO, A. P. R.; MACHADO, V. N. M. **Uso de beterraba (*Beta vulgaris* L.) como alternativa natural aos nitratos e nitritos convencionais em embutidos**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso.

CARDOSO, D. B. et al. Horticultura no Brasil: desafios e oportunidades na produção e sustentabilidade do tomate. **Revista Tema On-Line**, v. 2, n. 2, 2024.

CARNAUBA, R. A. et al. Assessment of dietary intake of bioactive food compounds according to income level in the Brazilian population. **British Journal of Nutrition**, v. 127, n. 8, p. 1232-1239, 2022. DOI: 10.1017/S0007114521001987.

CARVALHO, D. F. D. et al. Carrot yield and water-use efficiency under different mulching, organic fertilization and irrigation levels. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 7, p. 445-450, 2018.

CERQUEIRA, T. S.; MOURA, R. S.; SANTOS, M. S. Efeito de féculas e amidos na textura e estabilidade de produtos de pescado reestruturados. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 46, e584, 2020. DOI: 10.20950/1678-2305.2020.46.e584.

CHA, Y. J.; YU, D. Health benefits and functions of salt-fermented fish. **Journal of Ethnic Foods**, v. 11, p. 34, 2024.

CHENG, Y.; ZHANG, Y.; LI, C. Water retention and starch-protein interactions in mixed gels. **Food Hydrocolloids**, v. 105, p. 105778, 2020. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2020.105778.

CHOI, M.; BAEK, J.; PARK, E. Biodisponibilidade comparativa de β -caroteno de cenouras cruas e suco de cenoura fresco em humanos: um estudo cruzado. **Pesquisa e Prática em Nutrição**, v. 19, n. 2, p. 215-224, 2025.

CHOI, Y. S. et al. Effects of wheat fiber on the quality of meat batter. **Food Science and**

Biotechnology, v. 18, n. 3, p. 746-750, 2009.

COELHO, R. G. Biodisponibilidade de microelementos. In: SEMINÁRIO DE MICRONUTRIENTES EM ALIMENTOS: NECESSIDADES E INTERAÇÕES. Campinas: ITAL, 2007.

COSTA, L. S. G. et al. A análise dos casos de hipovitaminose A no Brasil no intervalo de 2015 a 2022, com base nos dados do DATASUS. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 5, n. 4, p. 1558-1568, 2023.

COZZOLINO, S. M. F. **Biodisponibilidade de nutrientes**. 5. ed. Barueri: Manole, 2016.

DA SILVA ALMEIDA, H. P. et al. Aceitabilidade de almôndega cozida e congelada na merenda escolar. **Pubvet**, v. 5, p. 1106-1111, 2011.

DA SILVA TOLEDO, V. C. et al. Desenvolvimento de almôndega de Ubarana (*Albula vulpes*) com adição de farinha de cenoura (*Daucus carota* L.): estudo de propriedades físicas e funcionais por delineamento de misturas. **Observatório de la Economía Latinoamericana**, v. 23, n. 11, p. e12366-e12366, 2025.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 900 p.

DE GUSMÃO, R. P. et al. Tamanho de partícula, caracterização morfológica, reológica, físico-química e identificação de minerais na farinha de mesquite (*Prosopis juliflora*). **Journal of Cereal Science**, v. 69, p. 119-124, 2016.

DE LA POMÉLIE, D.; SANTÉ-LHOUTELLIER, V.; SAYD, T.; GATELLIER, P. Oxidation and nitrosation of meat proteins under gastro-intestinal conditions: consequences in terms of nutritional and health values of meat. **Food Chemistry**, 2018.

DE PAULA PENNA, M. et al. **Produtos vegetais análogos de cárneos e pescado comercializados no Brasil: caracterização a partir de informações da rotulagem**. 2023.

DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO (DHN). **Carta Náutica Baía de Sepetiba nº 1621-1623**. Niterói: DHN, 2014-2015. Disponível em: <<https://www.mar.mil.br/dhn/chm/box-publicacoes/publicacoes/lf/LF-completa.pdf>>. Acesso em: 21 maio 2015.

DINCER, E. A. Investigation of the usability of retrograded flour in meatballs. **Journal of Food Quality**, 2018. Disponível em: <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5932966/>>. Acesso em: 19 jul. 2023.

DOMINGUEZ-HERNANDEZ, E.; SALASEVICIENE, A.; ERTBJERG, P. Low temperature long-time cooking of meat: eating quality and underlying mechanisms. **Meat Science**, 2018.

DO PRADO MARTINAZZO, B. et al. Mudando hábitos, nutrindo futuros: promovendo a inserção de pescado no cardápio escolar utilizando ações de educação alimentar e nutricional. **Revista Ciências & Ideias**, v. e25162769, 2025.

DORTA, E.; LOBO, M. G.; GONZÁLEZ, M. Optimization of factors affecting extraction of antioxidants from mango seed. **Food and Bioprocess Technology**, v. 6, p. 1067-1081, 2013.

DOI: <https://doi.org/10.1007/s11947-011-0750-0>.

DOS SANTOS CUNHA, D. A.; COELHO, A. V.; DOS SANTOS, E. C. B. Desenvolvimento e caracterização da broa de milho enriquecida com biomassa de spirulina. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 16, n. 1, p. 01-11, 2025.

DUESTER, G. Towards a better vision of retinoic acid signaling during eye development. **Cells**, v. 11, n. 3, p. 322, 2022.

DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. 2. ed. Curitiba: Champagnat, 1996.

E ARAÚJO LOPES, I. M.; DE OLIVEIRA CASTRO, R. Composição centesimal de farinhas alternativas como substitutas da farinha de trigo em massas alimentícias sem glúten: uma revisão da literatura. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v. 15, p. 7, [s.d.].

EINLOFT, A. B. N.; COTTA, R. M. M.; ARAÚJO, R. M. A. Promoção da alimentação saudável na infância: fragilidades no contexto da Atenção Básica. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 23, n. 1, p. 61-72, 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Panorama da produção de hortaliças no Brasil**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2022. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/hortalicas>>. Acesso em: 10 jan. 2026.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Processamento de farinha e fécula de mandioca**. 2023. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1139974/processamento-de-farinha-e-fecula-de-mandioca>>. Acesso em: 17 out. 2023.

ENGEL, B. et al. Aproveitamento de resíduos vegetais na elaboração de farinhas e aplicação tecnológica em alimentos. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 10, n. 2, p. 2067-2080, 2016.

ENGEL, B. et al. Tecnologias de atomização e desidratação: alternativas para produção de farinhas a partir de vegetais. **Revista Jovens Pesquisadores**, v. 6, n. 1, p. 31-44, 2016.

ESTANECH, A. et al. Efecto de la adición de almidón de mandioca, agua e inulina sobre las características tecnológicas del paté bicuda (*Sphyraena tome*, Fowler, 1903). *Revista Chilena de Nutrición*, v. 47, n. 3, p. 359-365, 2020.

ESTANECH, A. F. C. **Desenvolvimento de patê da pescada bicuda (*Sphyraena tome*, Fowler, 1903) com propriedades funcionais para diversificação e agregação de valor**. 2018. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2018.

ETCHEVERRY, P.; GRUSAK, M. A.; FLEIGE, L. E. Application of in vitro bioaccessibility and bioavailability methods for calcium, carotenoids, folate, iron, magnesium, polyphenols, zinc, and vitamins B6, B12, D, and E. **Frontiers in Physiology: Gastrointestinal Sciences**, 2012. DOI: <https://doi.org/10.3389/fphys.2012.00317>.

ETXEBERRIA, U. et al. Bioaccessibility of polyphenols: a critical review. **Food Chemistry**, v. 158, p. 392-402, 2014.

EUZEBIO, R. C. Impactos socioambientais na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil: desenvolvimento e restrição do território dos pescadores artesanais. **Geografares**, v. 4, n. 38, p. 167-183, 2024.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **The State of World Fisheries and Aquaculture 2024: Blue Transformation in Action**. Rome: FAO, 2024. DOI: 10.4060/cc9361en.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO); INTERNATIONAL FUND FOR AGRICULTURAL DEVELOPMENT (IFAD); UNITED NATIONS CHILDREN'S FUND (UNICEF); WORLD FOOD PROGRAMME (WFP); WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **The State of Food Security and Nutrition in the World 2022**. Rome: FAO, 2022. DOI: 10.4060/cc0639en.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Agricultural Production Statistics 2010-2023**. Rome: FAO, 2024. Disponível em: <<https://www.fao.org/statistics/>>. Acesso em: 10 jan. 2026.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **The State of Food Security and Nutrition in the World: Transforming Food Systems for Affordable Healthy Diets**. Rome: FAO, 2020. Disponível em: <<https://docs.wfp.org/api/documents/WFP-0000117811/download/>>. Acesso em: 15 nov. 2020.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2020: la sostenibilidad en acción**. Roma: FAO, 2020. DOI: <https://doi.org/10.4060/ca9229es>.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Fisheries and Aquaculture Department. Composition of Fish**. Roma: FAO, 2013. Disponível em: <<http://www.fao.org/fishery/topic/12318/en>>. Acesso em: 08 out. 2013.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION/WORLD HEALTH ORGANIZATION (FAO/WHO). **Background Document on the Risks and Benefits of Fish Consumption**. Rome: FAO/WHO, 2024.

FELLOWS, P. J. **Food Processing Technology: Principles and Practice**. 2. ed. Cambridge: Woodhead Publishing, 2006.

FELLOWS, P. J. **Food Processing Technology: Principles and Practice**. 4. ed. Cambridge: Woodhead Publishing, 2017.

FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FERNANDES, S. S. et al. Carrot flour from minimally processed residue as substitute of β -carotene commercial in dry pasta prepared with common wheat (*Triticum aestivum*). **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 41, n. 6, p. e13210, 2017. DOI: 10.1111/jfpp.13210.

FERNÁNDEZ-GARCÍA, E.; CARVAJAL-LÉRIDA, I.; PÉREZ-GÁLVEZ, A. In vitro bioaccessibility assessment as a prediction tool of nutritional efficiency. **Nutrition Research**, v. 29, p. 751-760, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2009.09.016>.

FERREIRA, E. P. et al. Avaliação de métodos de extração de lípidos e perfil de ácidos graxos de resíduos de peixe. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 17, n. 1, p. 18-32, 2026.

FERRIS, J.; SIPES, J. Fish consumption in the state of São Paulo. **Research, Society and Development**, 2024.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia Moderna na Produção e Comercialização de Hortaliças**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2008. 421 p.

FIORDA, F. A. et al. Farinha de bagaço de mandioca: aproveitamento de subproduto e comparação com fécula de mandioca. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 4, p. 408-416, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1983-40632013000400005>.

FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PESCA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (FIPERJ). **Relatório 2011**. Niterói: FIPERJ, 2011. Disponível em: <http://www.fiperj.rj.gov.br/fiperj_imagens/arquivos/revistarelatorios2011.pdf>. Acesso em: 11 jul. 2013.

FUNDAÇÃO INSTITUTO DE PESCA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (FIPERJ). **Diagnóstico da Pesca do Estado do Rio de Janeiro**. Niterói: FIPERJ, 2013. 108 f.

FISHBASE. *Albula vulpes*. 2015. Disponível em: <<http://fishbase.org/summary/Albula-vulpes.html>>. Acesso em: 07 jan. 2025.

FREITAS, M. Q. et al. Addition of plant ingredients in fish products improves texture and sensory acceptance. **Journal of Food Quality**, v. 2020, p. 1-10, 2020.

GALLO, M. E. et al. Aproveitamento de resíduos da indústria pesqueira para produção de alimentos funcionais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, p. 402-410, 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/>>. Acesso em: 08 jan. 2026.

GODSCHALCK-BROERS, L.; SALA, G.; SCHOLTEN, E. Meat analogues: relating structure to texture and sensory perception. **Foods**, v. 11, n. 15, p. 2227, 2022.

GOMES, F. S. et al. Armazenamento de pós alimentícios em embalagens plásticas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 4, p. 877-883, 2004.

GONÇALVES, A. A. Aspectos gerais do pescado. In: GONÇALVES, A. A. **Tecnologia do Pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação**. São Paulo: Atheneu, 2011. p. 02-09.

GRANDO, C.; BEILKE, L.; PALEZI, S. C. Elaboração de um patê de frango adicionado de microrganismo probiótico do gênero kefir e enriquecido com farinha de cenoura. **Unoesc & Ciência – ACET**, v. 7, n. 1, p. 61-68, 2016.

GUEDES, A. P. P.; ARAÚJO, F. G. Trophic resource partitioning among five flatfish species (Actinopterygii, Pleuronectiformes) in a tropical bay in south-eastern Brazil. **Journal of Fish Biology**, v. 72, p. 1035-1054, 2008.

GUERRA, A. et al. Relevance and challenges in modeling human gastric and small intestinal digestion. **Trends in Biotechnology**, v. 30, n. 11, p. 591-600, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2012.08.001>.

HOLLAND, N.; OLIVEIRA, J. J. O. Composição centesimal e amido resistente de goma de mandioca e tapioca. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIAS DE ALIMENTOS, 2015. **Anais eletrônicos**. Campinas: Galoá, 2015.

HOLST, B.; WILLIAMSON, G. Nutrients and phytochemicals: from bioavailability to bioefficacy beyond antioxidants. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 19, n. 2, p. 73-82, 2008.

HORTIFRUTI BRASIL. **Anuário 2020-2021**. Disponível em: <<https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/completo/retrospectiva-2020-perspectivas-2021.aspx>>. Acesso em: 14 jan. 2023.

HULTIN, H. O. Oxidation of lipids in seafood. **Seafood Science and Technology**, v. 1, n. 1, p. 1-25, 1994.

HUNTERLAB. **Applications note: CIE L* a* b* color scale**. Virginia: Hunterlab, v. 8, n. 7, 1996.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário 2017: resultados definitivos**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 10 jan. 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Produção Agropecuária: cenoura. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/cenoura/br>>. Acesso em: 12 dez. 2025.

IDDIR, M. et al. Impact of protein-enriched plant food items on the bioaccessibility and cellular uptake of carotenoids. **Antioxidants**, v. 10, n. 7, p. 1005, 2021.

IGNACZAK, A. et al. Influence of pre-treatment and drying methods on the quality of dried carrot properties as snacks. 2023. Disponível em: <<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10490186/>>. Acesso em: 12 fev. 2026.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE (INEA). **Baía de Sepetiba**. Rio de Janeiro: INEA, 2013. Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/fma/baia-sepetiba.asp>>. Acesso em: 11 jul. 2013.

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

JAZIRI, A. A. et al. Tropical marine fish surimi by-products: utilisation and potential as functional food application. **Food Reviews International**, v. 39, n. 6, p. 3455-3480, 2023.

JERÔNIMO, C. E. M. Desidratação de rodela de cenouras: avaliação dos pré-tratamentos na cinética de secagem e na qualidade do material produzido. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Natal, v. 8, p. 09-17, 2013.

JORGE, J. K. S. et al. Caracterização de hambúrguer de frango elaborado com farinha de pequi. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, p. e55711326778, 2022.

KAMILOGLU, S. et al. Degradation kinetics of carotenoids in dried carrot slices. **Food Chemistry**, v. 194, p. 815-821, 2016.

KAZIMIERCZAK, R. et al. Are organic certified carrots richer in health-promoting phenolics and carotenoids than the conventionally grown ones? *Journal of Food Composition and Analysis*, 2022.

KRAUSPENHAR, J. R. **Desempenho de cultivares de cenoura sob diferentes coberturas de solo em sistema orgânico**. 2025. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

KURT, Ş.; KILINÇÇEKER, O. Efeitos da inulina, cenoura e fibras de celulose nas propriedades de almôndegas de frango cruas e fritas. *South African Journal of Animal Science*, v. 48, n. 1, p. 39-47, 2018.

LABUZA, T. P. Water activity and food stability. *Journal of Food Science*, v. 34, n. 4, p. 365-372, 1970.

LARSEN, R. et al. Health benefits of marine foods and ingredients. *Biotechnology Advances*, v. 29, n. 5, p. 508-518, 2011.

LEFEBVRE, T.; DESTANDAU, E.; LESELLIER, E. Selective extraction of bioactive compounds from plants using recent extraction techniques: a review. *Journal of Chromatography A*, v. 1635, p. 461770, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2020.461770>.

LEITE, J. C. S. Processos de desidratação de hortaliças: um estudo de caso da cenoura. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso – DCEENG/UNIJUÍ, Ijuí, 2018.

LINNAEUS, C. **Systema naturae per regna tria naturae, secundum classes, ordines, genera, species, cum characteribus, differentiis, synonymis, locis**. Tomus I. Editio decima, reformata. Holmia: Salvius, 1758.

LISBOA, H. M. et al. Modeling of the osmotic dehydration of yacon slices and its influence on physicochemical characteristics. *Food Science and Technology*, v. 32, n. 4, p. 843-851, 2012.

LUSTOSA NETO, A. D. **Elaboração e caracterização de almôndegas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) e pirarucu (*Arapaima gigas*) cultivados: aplicação na merenda escolar**. 2016. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

LUSTOSA-NETO, A. D.; GONÇALVES, A. A. Formatados e reestruturados (hambúrguer, nuggets etc.). In: GONÇALVES, A. A. **Tecnologia do Pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação**. São Paulo: Atheneu, 2011. p. 235-245.

LUSTOSA-NETO, A. D. Caracterização de almôndegas de pirarucu e tilápia do Nilo cultivados: aplicação na merenda escolar. *Acta of Fisheries and Aquatic Resources*, v. 6, n. 2, p. 1-12, 2018.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. São Paulo: ANVISA, 2008.

MACADAM, D. L. Visual sensitivities to color differences in daylight. *Journal of the Optical Society of America*, v. 32, n. 5, p. 247-274, 1942.

MANCINI, R. A.; HUNT, M. C. Current research in meat color. **Meat Science**, v. 71, n. 1, p. 100-121, 2005.

MAOKA, T. Carotenoids as natural functional pigments. **Journal of Natural Medicines**, v. 74, p. 1-76, 2020. DOI: 10.1007/s11418-019-01364-x.

MARINEBIO. Bonefishes, *Albula vulpes*. 2013. Disponível em: <<http://marinebio.org/species.asp?id=393>>. Acesso em: 07 jan. 2025.

MATOS, S. P. **Operações Unitárias: fundamentos, transformações e aplicações dos fenômenos físicos e químicos**. 1. ed. São Paulo: Érica, 2015.

MEDEIROS, G. R. et al. Avaliação de carotenoides em cenoura e análise sensorial de barras de cereais elaboradas com cenoura desidratada. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 5, n. 1, p. 306-313, 2011.

MEILGAARD, M. C.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**. 4. ed. Boca Raton: CRC Press, 2007.

MELLADO-ORTEGA, E.; HORNERO-MÉNDEZ, D. Efeito do armazenamento prolongado sobre os carotenoides livres e esterificados em grãos de trigo duro (*Triticum turgidum* conv. durum) e tritordeum ($\times$ *Tritordeum* Ascherson et Graebner). **Food Research International**, v. 99, p. 877-890, 2017.

MESQUITA, S. S.; TEIXEIRA, C. M. L. L.; SERVULO, E. F. C. Carotenoides: propriedades, aplicações e mercado. **Revista Virtual de Química**, v. 9, n. 2, p. 672-688, 2017.

MICHAELSEN, A. Agenda 2030: quais os esforços para promover o desenvolvimento sustentável? **Politize**, 2020. Disponível em: <<https://www.politize.com.br/agenda-2030>>. Acesso em: 07 jan. 2025.

MILKPOINT. Reação de Maillard: o que é, como ocorre e quais fatores interferem? **MilkPoint**, 24 abr. 2023. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/artigos/cruzadinha/reacao-de-maillard-232376/>>. Acesso em: 12 fev. 2026.

MILLIKEN, C. et al. Formation of all-trans retinol after bleaching in isolated human cone photoreceptors. **Investigative Ophthalmology & Visual Science**, v. 59, n. 9, p. 4510, 2018.

MINIM, V. P. R. **Análise Sensorial: estudos com consumidores**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2013.

MORAES, J. H. C. **Cartilha da Pescadora Artesanal**. Rio de Janeiro: EMATER-RIO, 2014. Disponível em: <<http://www.espacodoagricultor.rj.gov.br/pdf/criacoes/PESCADORAARTESANAL.pdf>>. Acesso em: 07 jan. 2025.

MOTA, J. C. et al. Far from being a simple question: the complexity between in vitro and in vivo responses from nutrients and bioactive compounds with antioxidant potential. **Food Chemistry**, v. 402, p. 134351, 2023.

MOURA, C. A. et al. Avaliação sensorial de aceitação com diferentes cultivares de cenoura desidratada aplicada em bolo. [S.l.: s.n.], 2010.

MOURA, E. et al. Reestruturado empanado elaborado com resíduo de pescada amarela (Cynoscion acoupa) e adição da fibra de maracujá. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA. 2014.

NASCIMENTO, T. D. **Reúso de embalagens: diagnóstico dos atributos das embalagens de bens de consumo não duráveis que contribuem para o reúso.** 2022.

NGAMWONGLUMLERT, L. et al. Plant carotenoids evolution during cultivation, postharvest storage, and food processing: a review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 19, n. 4, p. 1561-1604, 2020.

NKRUMAH, T.; AKWETHEY, W. Y. Propriedades microbiológicas e nutricionais da salsicha de peixe tipo Frankfurt. **International Journal of Nutrition**, v. 2, n. 4, p. 27-34, 2018. DOI: <https://doi.org/10.14302/issn.2379-7835.ijn-18-2212>.

NURHASANAH, A.; SARI, D. K.; WAHYUNI, S. Formulation of carrot meatballs as a functional food innovation high in vitamin A (β -carotene): a review. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 1364, n. 1, p. 012094, 2024. DOI: 10.1088/1755-1315/1364/1/012094.

OCEANA. **Auditoria da Pesca 2023: situação dos estoques pesqueiros brasileiros.** Brasília: Oceana Brasil, 2023. Disponível em: <<https://brasil.oceana.org/>>. Acesso em: 21 out. 2025.

OKANOVIČ, M. et al. Microbiological and nutritional properties of Frankfurter-type fish sausage. **International Journal of Nutrition**, 2013.

OLIVEIRA, D. L. et al. Sensory and structural improvement of tilapia fishballs using vegetable fibers. **Food Science and Technology**, v. 38, p. 531-537, 2018.

OLIVEIRA, E. et al. Avaliação dos atributos de qualidade da mortadela defumada de peixe com adição de fibra de trigo através do perfil sensorial. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v. 1, n. 2, p. 4065-4072, 2015. DOI: 10.5151/chemeng-cobeq2014-0929-22364-171485.

OLIVEIRA, L. M.; LIMA, M. C.; MENDES, R. A. Mandioca: importância econômica e aplicações tecnológicas da fécula na indústria alimentícia. *Revista Ciência Rural*, v. 51, n. 7, e20200789, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20200789>.

OLIVEIRA, M. C. et al. Características microbiológicas, físico-químicas e sensoriais de "almôndegas" à base de polpa de tilápia (*Oreochromis niloticus*). **Journal of Health Sciences**, 2012.

OMBÓDI, A.; DAOOD, H. G.; HELYES, L. Carotenoid and tocopherol composition of an orange-colored carrot as affected by water supply. **HortScience**, v. 49, n. 6, p. 729-733, 2014.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Transformando Nosso Mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.** Nova York: ONU, 2015.

ORDÓÑEZ, J. A. et al. **Tecnología de los Alimentos: alimentos de origen animal.** 2. ed. Madrid: Síntesis, 2005.

ÖZOGUL, F. et al. Efeito dos extratos de lavanda e erva-cidreira no perfil de ácidos graxos,

parâmetros de qualidade química e qualidade sensorial de filés de anchova (*Engraulis encrasicolus*) embalados a vácuo sob refrigeração. **LWT**, v. 84, p. 529-535, 2017.

PAIVA, A. A. et al. Prevalência e fatores associados à deficiência de vitamina A em pré-escolares de Teresina, Piauí, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 22, n. 9, p. 1979-1987, 2006.

PARADA, J.; AGUILERA, J. M. Food microstructure affects the bioavailability of several nutrients. **Journal of Food Science**, v. 72, n. 2, p. R21-R32, 2007.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**. 1. ed. Goiânia: Editora da UFG, 1995. 586 p.

PATHARE, P. B.; OPARA, U. L.; AL-SAID, F. A. J. Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: a review. **Food and Bioprocess Technology**, v. 6, n. 1, p. 36-60, 2013.

PATRICK, W. S.; BENAKA, L. R. Estimating the economic impacts of bycatch in US commercial fisheries. **Marine Policy**, v. 38, p. 470-475, 2013.

PAULA COSTA, D. V. et al. Diferenças no consumo alimentar nas áreas urbanas e rurais do Brasil: Pesquisa Nacional de Saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 26, supl. 2, p. 3805-3813, 2021.

PEREIRA, L. M. et al. Obtenção e caracterização de farinha de beterraba (*Beta vulgaris* L.) por diferentes métodos de secagem. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS, 5., 2023, Viçosa. **Anais [...]**. Viçosa: UFMG, 2023. p. 1-8.

PEZZATO, L. E. et al. Digestibilidade aparente de ingredientes pela tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, p. 1595-1604, 2002.

PINTO, B. V. V. **Elaboração de fishburgers com resíduos da filetagem de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus 1758) adicionado de transglutaminase**. 2017. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Instituto de Tecnologia, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2017.

PIRES, C. V. et al. Qualidade nutricional e escore químico de aminoácidos de diferentes fontes proteicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 2006.

PIRES, D. R. et al. Caracterização química de pescado marinho de baixo valor comercial e desenvolvimento de hambúrguer de peixe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, p. 1091-1098, 2017.

PIRES, D. R. et al. Aproveitamento do resíduo comestível do pescado: aplicação e viabilidade. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 5, p. 6, 2014.

PIRES, D. R. et al. Desenvolvimento de fishburger à base de pescado marinho de baixo valor comercial capturado na Baía de Sepetiba, RJ. 2015.

PIRES, D. R. et al. Espécies de pescado subexploradas e seu potencial para elaboração de subprodutos com valor agregado. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 5, p. 19, 2013.

PLAN PNAE. Ferramenta de Planejamento de Cardápio, Resolução CD/FNDE nº 06/2020. 2. ed. 2020. Disponível em: <<https://www.fnde.gov.br/index.php/programas/pnae/pnae-area-gestores/ferramentas-de-apoio-ao-nutricionista/item/12820-plan-pnae-ferramenta-de-planejamento-de-cardapio>>. Acesso em: 27 jun. 2025.

PRIYADARSHANI, A. M. B. A review on factors influencing bioaccessibility and bioefficacy of carotenoids. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 57, n. 8, p. 1710-1717, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1023431>.

PROJETO DE MONITORAMENTO DA ATIVIDADE PESQUEIRA (PMAP-RJ). **Relatório técnico** **semestral**. Disponível em: <<http://35.243.172.69:180/sistema.html?id=60f8839eb8550d9000e8Qa9>>. Acesso em: 07 jan. 2025.

QUE, F. et al. Advances in research on the carrot, an important root vegetable in the Apiaceae family. **Horticulture Research**, p. 1-15, 2019.

RAHMAN, M. S. Handbook of Food Preservation. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2007.

RAMALHO, A. **Vitamina A**. São Paulo: ILSI Brasil, 2017.

RANA, R. et al. Use of herbs and spices in fish preservation at chilled temperature storage: opportunities and challenges. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 59, 2024.

RAVINDRAN, V.; BRIDEN, W. L. Amino acid availability in poultry: in vitro and in vivo measurements. **Australian Journal on Agricultural Research**, v. 50, p. 889-908, 1999.

REBOUÇAS, M. C. et al. Sensory evaluation and physicochemical characteristics of fish products prepared with plant-derived ingredients. **Revista Brasileira de Engenharia de Pesca**, v. 5, p. 69-80, 2012.

REIS, F. M. P. et al. Anemia ferropriva em crianças menores de 60 meses. **Revista da Associação Médica Brasileira**, São Paulo, 2020.

RENGIFO, E. et al. Hambúrgueres de peixe fortificados com óleo de Sacha Inchi microencapsulado: efeitos nas propriedades tecnológicas e sensoriais. **Alimentos**, v. 13, n. 7, p. 1004, 2024.

RIBEIRO-SILVA, R. D. C. et al. Implicações da pandemia COVID-19 para a segurança alimentar e nutricional no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, p. 3421-3430, 2020.

RIBEIRO, VHA et al. Elaboração de farinha de cenoura (*Daucus carota* subsp. *sativus*): composição centesimal, mineral e determinação de compostos bioativos. **Research Gate**, 2022.

RODRIGUES, V. C. et al. Deficiência de ferro, prevalência de anemia e fatores associados em crianças de creches públicas do oeste do Paraná, Brasil. **Revista de Nutrição**, v. 24, n. 3, p. 407-420, 2020. [Nota: a referência original indica "v. 24, n. 3, p. 407-42" – verificar paginação.]

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A Guide to Carotenoid Analysis in Foods**. 1. ed. Washington, D.C.: ILSI Press, 2001.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **Food Carotenoids: chemistry, biology and technology**. 2. ed. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2019.

SAINI, R. K.; NILE, S. H.; PARK, S. W. Carotenoids from fruits and vegetables: chemistry, analysis, occurrence, bioavailability and biological activities. **Food Research International**, v. 76, parte 3, p. 735-750, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.07.047>.

SANTÉ-LHOUTELLIER, V. et al. Effect of meat cooking on physicochemical state and in vitro digestibility of myofibrillar proteins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, n. 4, p. 1488-1494, 2008.

SANTOS, A. K. D. et al. Caracterização física e química de biscoito salgado enriquecido com farinha de resíduos do processamento da cenoura e especiarias. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 11, n. 02, p. 2368-2381, 2017.

SANTOS, L. D.; MACHADO, T. C.; RODRIGUES, N. Functional chicken meatballs with carrot pomace powder. **Food Science and Technology**, v. 42, p. e89921, 2022. DOI: 10.1590/fst.89921.

SANTOS, T. R.; PEREIRA, L. R.; SOUZA, D. A. Aplicação de amidos nativos e modificados em produtos à base de pescado: revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 80, p. 1-10, 2021. Disponível em: <<https://www.revistas.bvsalud.org>>. Acesso em: 13 jan. 2025.

SANTOS, W. F.; SCHIAVI, R. S.; NEVES, F. F. Revisão sobre bioeconomia, inovação e sustentabilidade com a biodiversidade brasileira. **II Workshop de Tecnologia da Fatec Ribeirão Preto**, v. 1, n. 2, dez. 2020.

SÃO PAULO. Centro de Vigilância Sanitária. **Portaria CVS nº 5, de 9 de abril de 2013**. Aprova o regulamento técnico sobre boas práticas para estabelecimentos comerciais de alimentos e para serviços de alimentação. Diário Oficial do Estado de São Paulo, São Paulo, 10 abr. 2013.

SARTORI, A. G. O.; AMANCIO, R. D. Pescado: importância nutricional e consumo no Brasil. **Segurança Alimentar e Nutricional**, n. 19, p. 83-93, 2012.

SAURA-CALIXTO, F. Concept and health-related properties of nonextractable polyphenols: the missing dietary polyphenols. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, p. 11195-11200, 2012.

SCHUTTE, M.; HAYWARD, S.; MANLEY, M. Escurecimento não enzimático e propriedades antioxidantes de grãos de cereais e produtos finais tratados termicamente. **Journal of Food Biochemistry**, v. 2024, n. 1, p. 3865849, 2024.

SGARBIERI, V. C. **Proteínas em Alimentos Protéicos**. São Paulo: Livraria Varela, 1996.

SHAHIDI, F.; SAMARASINGHE, A. How to assess antioxidant activity? Advances, limitations, and applications of in vitro, in vivo, and ex vivo approaches. **Food Production, Processing and Nutrition**, v. 7, art. 50, 2025.

SHAHIDI, F.; ZHONG, Y. Medição da atividade antioxidante. **Journal of Functional Foods**, v. 18, p. 757-781, 2015.

- SHARMA, K. D. et al. Chemical composition, functional properties and processing of carrot: a review. **Journal of Food Science and Technology**, n. 49, p. 22-32, 2012.
- SHIGEMATSU, E. et al. Sorvete à base de cenoura: avaliação das características físicas, microbiológicas, composição centesimal e carotenoides. **Brazilian Journal of Development**, v. 11, n. 5, p. e79470, 2025.
- SILVA, T. K. R. et al. Avaliação da alimentação escolar e do estado nutricional de adolescentes. **Revista de Atenção à Saúde**, v. 15, n. 51, p. 62-68, 2017.
- SILVA, A. R. et al. Caracterização físico-química e funcional de farinhas de bagaço de uva produzidas por diferentes processos de secagem. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, v. 20, n. 3, p. 31-45, 2024.
- SILVA, D. O. **Formulação de produtos cárneos transformados com incorporação de vegetais**. 2016. Dissertação (Mestrado) – Universidade NOVA de Lisboa, Lisboa, 2016.
- SILVA, E. B. B. et al. **Elaboração de salsicha de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus 1758) enriquecida com fibras da casca de uva**. 2023.
- SILVA, J. F. et al. Influência da aparência na aceitação de produtos de pescado. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 24, p. 1-8, 2021.
- SILVA, J. F.; SANTOS, M. V.; SOUZA, L. A. Influence of starch sources on texture and sensory attributes of restructured fish products. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 45, n. 8, e15672, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfpp.15672>.
- SILVA, N. L. et al. **Operações Unitárias de Transferência de Calor e Massa**. Porto Alegre: SAGAH, 2021.
- SILVA, P.; OLIVEIRA, G. Composição centesimal de Ubarana (*Anodus elongatus*, Agassiz, 1829) capturada na Baía de Sepetiba, RJ. 2014.
- SONG, X. et al. The genes crucial to carotenoid metabolism under elevated CO₂ levels in carrot (*Daucus carota* L.). *Plant Physiology and Biochemistry*, 2021.
- SOUZA, A. P.; MOURA, L. P.; REIS, L. M. Coprodutos de pescado: aproveitamento tecnológico e desafios para agregação de valor. **Food Science and Technology**, v. 42, e05922, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/fst.05922>.
- SOUZA, M. L. R.; MARANHÃO, T. C. F.; VIEIRA, J. P. Rendimento de filé e composição centesimal da tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 26, n. 1, p. 9-14, 2000.
- SOUZA, W. D. **Composição de espécies e padrões espaço-temporais das capturas provenientes da pesca amadora na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil**. 2022. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2022.
- STAHL, W.; SIES, H. Bioactivity and protective effects of natural carotenoids. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 1740, p. 101-107, 2005.

STATSOFT, INC. **Statistica** (data analysis software system), versão 7.0. 2007.

STREIT, G. N. F. G. **A percepção do consumo de peixe para a saúde humana: segundo a mídia impressa gaúcha.** 2024.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS (TACO). 4. ed. Campinas: NEPA/UNICAMP, 2011. 161 p.

TEIXEIRA, H. **Descrição sensorial de almôndega de CMS de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*), pelo método de perfil livre.** 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2016.

TERRA, N. N.; BRUM, M. A. R. **Carnes e Derivados: tecnologia, higiene e inspeção.** São Paulo: Varela, 2006.

THAKUR, N. et al. Recent updates on bioaccessibility of phytonutrients. **Trends in Food Science & Technology**, v. 97, p. 366-380, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.01.019>.

TIRONÍ, L. F. et al. Performance of cassava cultivars in subtropical environment. **Bragantia**, v. 74, n. 1, p. 58-66, 2015.

TORNBERG, E. Effects of heat on meat proteins: implications on structure and quality of meat products. **Meat Science**, v. 70, p. 493-508, 2005.

TORRES, E. A. F. S. et al. Functional properties of starch in meat products. **Food Science and Technology**, v. 34, p. 1-7, 2014.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). FoodData Central. 2019.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA); UNITED STATES DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES. **Dietary Guidelines for Americans.** 8. ed. [S.l.]: USDA, 2015.

UEDA, J. M. et al. Powdered foods: structure, processing, and challenges: a review. **Applied Sciences**, v. 13, n. 22, p. 12496, 2023.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Food Waste Index Report 2024: Think Eat Save: tracking progress to halve global food waste.** 2024.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). FoodData Central: carrots, raw. 2023. Disponível em: <<https://fdc.nal.usda.gov/>>. Acesso em: 10 jan. 2026.

UTRI-KHODADADY, Z.; GŁĄBSKA, D. Analysis of fish-consumption benefits and safety knowledge in a population-based sample of Polish adolescents. **Nutrients**, v. 15, p. 4902, 2023.

VAN HET HOF, K. H. et al. Fatores dietéticos que afetam a biodisponibilidade de carotenoides. **The Journal of Nutrition**, v. 130, n. 3, p. 503-506, 2000.

VERMA, A. K.; BANERJEE, R. Dietary fibre as functional ingredient in meat products: a review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 47, n. 3, p. 247-257, 2010.

VERMA, T. et al. Medicinal and therapeutic properties of garlic and garlic-based food: an updated review. **Frontiers in Nutrition**, v. 10, 2023.

VIANNA, M.; ALMEIDA, T. Bony fish bycatch in the Southern Brazil pink shrimp (*Farfantepenaeus brasiliensis* and *F. paulensis*) fishery. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, n. 4, p. 611-623, 2005.

VIEIRA, E. C. **Avaliação de potencialidades e aplicações de espectrômetros com plasma acoplado indutivamente em análises químicas**. 2007. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2007.

WAGNER, Y. G. et al. Análise do consumo domiciliar de pescados no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 2022.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Healthy Diet**. Geneva: WHO, 2020. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>>. Acesso em: 11 jan. 2023.

ZHENG, X. et al. Study on the mechanism of carotenoid production and accumulation in orange-red carrot (*Daucus carota* L.). *Scientia Horticulturae*, v. 327, 2024.

ANEXOS

1. Termo de consentimento (TCLE)



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a) de uma “PESQUISA DE DOUTORADO” intitulada “DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DE ALMONDEGAS DE UBARANA (*ALBUNA VULPES*), UMA ESPÉCIE DE BAIXO VALOR COMERCIAL, COM POTENCIAL NUTRICIONAL POR ENRIQUECIMENTO COM FARINHA DE CENOURA (*DAUCUS CAROTA L.*)”. Este estudo é realizado no Instituto de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos e conduzido pela doutoranda Vanessa Coelho da Silva Toledo sob a orientação da Professora Dr^a Lourdes Maria Corrêa Cabral e Co-orientação da Professora Dr^a Gesilene Mendonça de Oliveira.

Este estudo foi analisado e aprovado por um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) sob o registro CAAE 85648424.6.0000.0311. E-mail: eticacep@ufrrj.br.

Sua contribuição consistirá em participar dos testes de aceitação dos produtos elaborados, através “Método afetivo quantitativo” com testes de aceitação e de ordenação por preferência (IAL, 2008; MINIM, 2013).

Informações sobre o produto:

Elaboração da Almôndega adicionada de farinha de cenoura: Para o preparo da almôndega todos os ingredientes (água; sal; cebola e alho em pó, orégano desidratado) serão misturados à fécula de mandioca, farinha de cenoura e carne triturada de pescado Ubarana. Será seguido o padrão de Boas Práticas para Serviços de Alimentação (BRASIL, 2004). **Apresentação do produto:** 1 unidade de almôndega (20g), acrescida de molho de tomate (15g). O acondicionamento será feito em embalagem plástica, tampada imediatamente após o preparo. **A participação envolve os seguintes riscos previsíveis:** Pessoas que apresentem qualquer tipo de restrição ou desconforto ao consumo do alimento, quer sejam questões físicas ou de saúde, emocionais ou afetivas, e religiosas. A almôndega é elaborada com carne de pescado (Ubarana), por isso, pessoas com alergia a carne de pescado, podem apresentar quadro alérgico, logo, não devem participar. A almôndega de peixe estará segura do ponto de vista microbiológico atendendo aos padrões exigidos pela Instrução Normativa nº161, de 1º de julho de 2022. **Se aprovado, o produto tem potencial de trazer benefício à saúde,** devido a ter adequado padrão nutricional. O produto traz em sua formulação a carne de pescado que é parte fundamental de uma dieta saudável, pois oferecem uma variedade de nutrientes essenciais, como proteínas de alto valor biológico, ácidos graxos insaturados (ômega 3), vitaminas hidrossolúveis como as do complexo B, principalmente a vitamina B12, e lipossolúveis como as vitaminas A e D e sais minerais. A cenoura é uma hortaliça rica em fibras alimentares e carotenoides, precursores de vitamina A.

Consentimento pelo participante

Eu, que abaixo assino, entendi como é a pesquisa, tirei dúvidas com o(a) pesquisador(a) e aceito participar, sabendo que minha participação neste estudo será voluntária e que posso desistir a qualquer momento, mesmo depois de iniciar a pesquisa. Autorizo a divulgação dos dados obtidos neste estudo, desde que mantida em sigilo minha identidade. Informo que recebi uma via deste documento com todas as páginas rubricadas e assinadas por mim e pela Pesquisadora Responsável.

Autorização de uso de imagem

Para fins de direito, autorizo o uso da minha imagem e/ou voz pelo(a) pesquisador(a) responsável Vanessa Coelho da Silva Toledo, associada ao projeto intitulado “DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DE ALMONDEGAS DE UBARANA (*ALBUNA VULPES*), UMA ESPÉCIE DE BAIXO VALOR COMERCIAL, COM POTENCIAL NUTRICIONAL POR ENRIQUECIMENTO COM FARINHA DE CENOURA (*DAUCUS CAROTA L.*)”. As imagens e/ou voz poderão ser utilizadas de forma parcial ou total em diferentes meios de publicação e divulgação, em eventos científicos, desde que não se descaracterize seu vínculo com o projeto de pesquisa/extensão. Por ser esta a expressão de minha vontade, nada terei a reclamar a título de direitos associados a minha imagem e/ou voz.

Nome do(a) participante: _____

Assinatura: _____ Local e data: _____

Declaração do pesquisador

Expliquei a natureza, objetivos, riscos, e benefícios do estudo. Coloquei-me a disposição para responder perguntas e as respondi totalmente. O voluntário compreendeu minhas explicações e aceitou participar do estudo.

Vanessa Coelho da Silva Toledo

2. Fichas de avaliação sensorial.



FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL

Nome: _____ Sexo: () Feminino () Masculino

Idade: () 18- 20 anos () 21 a 30 anos () 31 a 40 anos () 41 a 50 anos () mais de 51 anos

Você considera o hábito de consumir pescado saudável? () sim () não

Você tem o hábito de consumir pescado? () sim () não

Com que frequência? () Ocasionalmente () Mensalmente () Quinzenalmente () semanalmente
() mais de uma vez por semana.

De que forma costuma consumir pescado? () cozido () assado/grelhado () frito () industrializado
() outra forma. Qual? _____

Prezado (a) provador(a), você está recebendo 5 amostras codificadas de “Almôndega de Pescado” preparadas com carne triturada de pescado (CTP), farinha de cenoura, fécula de mandioca e temperos.

Por favor, avalie sensorialmente as amostras e manifeste a sua impressão baseado na escala abaixo.

- 9 - gostei muitíssimo
- 8 – gostei muito
- 7 – gostei moderadamente
- 6 – gostei ligeiramente
- 5 – nem gostei/nem desgostei
- 4 – desgostei ligeiramente
- 3 – desgostei moderadamente
- 2 - desgostei muito
- 1 – desgostei muitíssimo

Atributos	Amostra nº: 379	Amostra nº: 142	Amostra nº: 256	Amostra nº: 615	Amostra nº: 880
Aparência Global					
Cor					
Aroma					
Gosto					
Textura					

Prezado (a) provador(a), por favor, avalie sensorialmente as amostras e ordene na escala abaixo da menos preferida para a mais preferida de acordo com a sua aceitação. (-) preferida; (+) preferida

Preferência				
Amostra nº:	Amostra nº:	Amostra nº:	Amostra nº:	Amostra nº:

Prezado (a) provador(a), você compraria esse produto? () sim, qual amostra? () não

Intenção de Compra				
Amostra nº:	Amostra nº:	Amostra nº:	Amostra nº:	Amostra nº:

Obrigada por sua participação!

Prezado (a) provador(a), este trabalho é parte integrada de um projeto de pesquisa de doutorado.

Você autoriza usar suas respostas no trabalho? () sim () não.

Assinatura: _____ Local e data: _____

Sugestões:

3. Parecer do Comitê de Ética.

UNIVERSIDADE FEDERAL
RURAL DO RIO DE JANEIRO
(UFRRJ)



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DE ALMONDEGAS DE UBARANA (ALBUNA VULPES), UMA ESPÉCIE DE BAIXO VALOR COMERCIAL, COM POTENCIAL NUTRICIONAL POR ENRIQUECIMENTO COM FARINHA DE CENOURA (DAUCUS CAROTA L.)

Pesquisador: VANESSA COELHO DA SILVA TOLEDO

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 85648424.6.0000.0311

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

Patrocinador Principal: UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.493.848

Apresentação do Projeto:

A pesquisadora relata que a alimentação escolar é um direito do estudante, seja criança, adolescente ou adulto, e um dever do Governo Federal, Estadual e Municipal, garantido pela Constituição Federal de 1988. Para alguns alunos, principalmente para os de famílias que vivem na pobreza, a alimentação escolar é a sua principal ou única refeição do dia. Portanto, alimentação escolar torna-se primordial para esses alunos superarem ou minimizarem essa situação. O Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) determina que sejam oferecidos alimentos, no ambiente escolar, que tenham características específicas e que contribuam para uma série de ganhos, quais sejam: nutricionalmente adequados para boa saúde; que contribuam para o crescimento e desenvolvimento biopsicossocial; que contribuam para a melhoria do seu rendimento escolar. A Solicitação de autorização para realização de análise sensorial de produto inovador, bolinho de peixe, em escola municipal da zona oeste do Rio de Janeiro é de suma importância uma vez que faz parte das análises pretendidas do meu projeto de tese de doutorado intitulado DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DE ALMONDEGAS DE UBARANA (ALBUNA VULPES), UMA ESPÉCIE DE BAIXO VALOR COMERCIAL, COM POTENCIAL NUTRICIONAL POR ENRIQUECIMENTO COM FARINHA DE CENOURA (DAUCUS CAROTA L.). (Projeto de Qualificação em Anexo) Este produto inovador, ALMONDEGAS DE UBARANA, ou

Endereço: BR 465, KM 7, Zona Rural, Biblioteca Central, 2º andar

Bairro: ZONA RURAL

CEP: 23.897-000

UF: RJ

Município: SEROPEDICA

Telefone: (21)2681-4749

E-mail: eticacep@ufrrj.br

UNIVERSIDADE FEDERAL
RURAL DO RIO DE JANEIRO
(UFRRJ)



Continuação do Parecer: 7.493.848

como estou denominando para a análise sensorial junto aos alunos, BOLINHO DE PEIXE (TIPO ALMÔNDEGA), apresenta em sua formulação, composição nutricional sugerida e recomendadas pelo PNAE para alimentos e produtos que objetivem concorrer ao cardápio da merenda escolar. O tipo de abordagem metodológica para a Análise Sensorial será o método afetivo quantitativo com testes de aceitação, segundo padrão do Ministério da Educação (FNDE, 2ª edição. 2017).

A pesquisadora apresenta a seguinte equipe de pesquisa: INGRID ALCIDEIA NORONHA DOS SANTOS. Metodologia de análise: Painei Sensorial. Local pretendido de aplicação da análise sensorial: Escola Municipal Professora Maria Santiago (R. Samuel Duarte, S/N - Santa Cruz, Rio de Janeiro - RJ, 23510-006). Quando: março de 2025. Público-alvo: total de 200 alunos; do primeiro segmento, fundamental I, alunos do 1º ao 5º ano; e do fundamental II, alunos do 6º ao 9º ano. Autorização dos pais via: TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO. Metodologia de análise: a análise sensorial pretendida seguirá a mesma metodologia sugerida pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação, utilizada em processo de implantação de nova cultura, para validação de novos produtos no cardápio escolar (RDC nº 26/FNDE/2013) (BRASIL, 2013). Será utilizado o método afetivo quantitativo com testes de aceitação, segundo padrão do Ministério da Educação (FNDE, 2ª edição. 2017). Os testes de aceitabilidade serão realizados com o auxílio de uma escala hedônica, contendo cinco opções, sendo que o aluno deverá marcar apenas uma, a qual representará a percepção dela ao comer o produto, sendo as opções: adorei, gostei, indiferente, não gostei e detestei. No que tange a aceitabilidade, estabeleceu-se como ponto de corte o percentual de 85%. O teste sensorial será aplicado em unidade escolar pública da rede de ensino do município da baixada do Rio de Janeiro, com alunos do ensino fundamental. Preparo do produto na escola. Equipe aplicadora: Vanessa Coelho da Silva Toledo (CPF 69291314234); Gesilene Mendonça de Oliveira (CPF 025.777.537-48); Rosiane Costa Bonfim (CPF 091.221.357-40); Ingrid Alcideia Noronha dos Santos (CPF 17325852703); Modo de preparo: Bolinho de peixe: as almôndegas congeladas, serão cozidas em calor úmido, segundo metodologia de Lustosa-Neto (2018) e adicionada de Molho de tomate. Ficha Técnica: Molho de tomate Ingredientes: Extrato de tomate (marca Olé - tomate, açúcar e sal), alho, cebola, sal, orégano. Características do Produto Extrato de tomate (marca Olé). Informações Nutricionais: (Porção de 15 g e 1 colher de sopa) Valor Energético 7 kcal = 29 kJ (0%), Carboidratos 1,7 g (1%), Proteínas 0 g (0%), Gorduras Totais 0 g (0%), Gorduras Saturadas 0 g (0%), Gorduras Trans 0 g (**), Fibra Alimentar 0 g (0%) e Sódio 61 mg (3%) *Valores diários de referência com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8.400 kJ - **VD não

Endereço: BR 465, KM 7, Zona Rural, Biblioteca Central, 2º andar

Bairro: ZONA RURAL

CEP: 23.897-000

UF: RJ

Município: SEROPEDICA

Telefone: (21)2681-4749

E-mail: eticacep@ufrrj.br

Página 02 de 08

estabelecido. Elaboração da Almôndega adicionada de farinha de cenoura. Para o preparo da almôndega todos os ingredientes (água; sal; cebola e alho em pó, orégano desidratado) serão misturados à fécula de mandioca, farinha de cenoura e carne de pescado. A massa de cada formulação será homogeneizada manualmente por aproximadamente um minuto até a obtenção de liga adequada (até soltar das mãos), será deixada em repouso, sob refrigeração, por aproximadamente uma hora. Posteriormente, a massa, com peso de 20g, será moldada em formato de almôndega (forma esférica) com auxílio de instrumento manual (MORAES, 2014). As almôndegas serão embaladas em recipientes do tipo zip (não transparente) e colocados em bandejas de polietileno e congeladas em freezer a temperatura de -18°C e estocadas a mesma temperatura até a realização das análises. Controle de qualidade do produto e da equipe aplicadora: Será seguido o padrão da Resolução N° 216 que dispõe sobre Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação (BRASIL, 2004). Apresentação do produto e aplicação da análise sensorial na escola. Local pretendido de aplicação do teste: O Teste se dará com a anuência da direção da escola (ANEXO 5). Em sala de aula ou em local adequado antes acordado com a direção. Horário pretendido de aplicação do teste. O Teste se dará fora do horário de alimentação escolar (merenda), em horário antes acordado com a direção da escola. Apresentação do produto: Amostra do produto: 1 unidade de almôndega (20g), acrescida de molho de tomate (15g). O acondicionamento será feito em embalagem plástica, tampado imediatamente após o preparo.

Desfecho primário: Espera-se, além da boa resposta na aceitabilidade do Bolinho de peixe, estimular os alunos acerca do tema da pesquisa, que trata sobre o reaproveitamento dos recursos naturais e sustentabilidade, conscientizando-os sobre os benefícios que tal ação pode trazer para o homem e meio ambiente.

Critério de Inclusão: Alunos do primeiro segmento, fundamental I, alunos do 1° ao 5° ano; e do fundamental II, alunos do 6° ao 9° ano da Escola Municipal Professora Maria Santiago.

Critério de Exclusão: Serão excluídos alunos que foram impedidos pelos responsáveis. Que apresentarem questões alérgicas a algum ingrediente da formulação (relatado pelos responsáveis). Alunos veganos. Alunos que apresentarem algum desconforto emocional quando apresentados ao alimento em questão.

Objetivo da Pesquisa:

A proponente descreve como objetivos:

Objetivo geral/primário: Desenvolver almôndega a partir de espécie de pescado marinho

Endereço: BR 465, KM 7, Zona Rural, Biblioteca Central, 2º andar

Bairro: ZONA RURAL

CEP: 23.897-000

UF: RJ

Município: SEROPEDICA

Telefone: (21)2681-4749

E-mail: eticacep@ufrrj.br

Continuação do Parecer: 7.493.848

subutilizado, a Ubarana (*Albula vulpes*), adicionado de cenoura (*Daucus carota* L.), com vias de conferir propriedades nutricionais e funcionais ao produto, e realizar a análise sensorial junto aos alunos da rede pública de ensino.

Objetivos específicos/secundários: Propor o *ŁBolinho de PeixeŁ* para inserção no cardápio do PNAE.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

A proponente descreve:

No projeto básico da Plataforma Brasil:

Riscos: Alunos que apresentem qualquer tipo de restrição ao consumo do produto, quer sejam questões físicas ou de saúde, emocionais ou afetivas, e religiosas. Para o preparo da almôndega todos os ingredientes (água; sal; cebola e alho em pó, orégano desidratado) serão misturados à fécula de mandioca, farinha de cenoura e carne de pescado Ubarana. a almôndega é elaborada com carne de pescado (Ubarana). Alunos com alergia a carne de pescado, podem apresentar quadro alérgico, logo, não devem participar. A almôndega de peixe que será utilizada nas análises sensoriais estará segura do ponto de vista microbiológico atendendo aos padrões exigidos pela Instrução Normativa nº161, de 1º de julho de 2022, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, uma vez que serão realizadas análises microbiológicas com as amostras antes da realização da análise sensorial.

Benefícios: Se aprovado, o produto tem potencial de trazer beneficiamento a saúde, devido a ter adequado padrão nutricional. O produto traz em sua formulação a carne de pescado que é parte fundamental de uma dieta saudável, pois oferecem uma variedade de nutrientes essenciais, como proteínas de alto valor biológico, ácidos graxos insaturados (ômega 3), que são benéficos para a saúde cardiovascular e o funcionamento do cérebro, vitaminas hidrossolúveis como as do complexo B, principalmente a vitamina B12, importante para o crescimento e lipossolúveis como as vitaminas A e D e sais minerais. A cenoura é uma hortaliça rica em fibras alimentares e carotenoides, precursores de vitamina A. Sem dizer que, participar de um projeto como este, significa ter a possibilidade de contribuir, juntamente com os outros alunos, para o melhoramento do padrão da alimentação escolar, e para o progresso da ciência e tecnologia de alimentos. A participação pode ajudar os pesquisadores a entenderem melhor a adequação do produto.

No projeto de pesquisa:

Endereço: BR 465, KM 7, Zona Rural, Biblioteca Central, 2º andar

Bairro: ZONA RURAL

CEP: 23.897-000

UF: RJ

Município: SEROPEDICA

Telefone: (21)2681-4749

E-mail: eticacep@ufrrj.br

Riscos: Alunos que apresentem qualquer tipo de restrição ao consumo do produto, quer sejam questões físicas ou de saúde, emocionais ou afetivas, e religiosas. Para o preparo da almôndega todos os ingredientes (água; sal; cebola e alho em pó, orégano desidratado) serão misturados à fécula de mandioca, farinha de cenoura e carne de pescado Ubarana. a almôndega é elaborada com carne de pescado (Ubarana). Alunos com alergia a carne de pescado, podem apresentar quadro alérgico, logo, não devem participar. A almôndega de peixe que será utilizada nas análises sensoriais estará segura do ponto de vista microbiológico atendendo aos padrões exigidos pela Instrução Normativa nº161, de 1º de julho de 2022, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, uma vez que serão realizadas análises microbiológicas com as amostras antes da realização da análise sensorial.

Benefícios: Se aprovado, o produto tem potencial de trazer beneficiamento a saúde, devido a ter adequado padrão nutricional. O produto traz em sua formulação a carne de pescado que é parte fundamental de uma dieta saudável, pois oferecem uma variedade de nutrientes essenciais, como proteínas de alto valor biológico, ácidos graxos insaturados (ômega 3), que são benéficos para a saúde cardiovascular e o funcionamento do cérebro, vitaminas hidrossolúveis como as do complexo B, principalmente a vitamina B12, importante para o crescimento e lipossolúveis como as vitaminas A e D e sais minerais. A cenoura é uma hortaliça rica em fibras alimentares e carotenoides, precursores de vitamina A. Sem dizer que, participar de um projeto como este, significa ter a possibilidade de contribuir, juntamente com os outros alunos, para o melhoramento do padrão da alimentação escolar, e para o progresso da ciência e tecnologia de alimentos. A participação pode ajudar os pesquisadores a entenderem melhor a adequação do produto.

No TCLE:

Riscos: Alunos que apresentem qualquer tipo de restrição ou desconforto ao consumo do alimento, quer sejam questões físicas ou de saúde, emocionais ou afetivas, e religiosas. A almôndega é elaborada com carne de pescado (Ubarana). Alunos com alergia a carne de pescado, podem apresentar quadro alérgico, logo, não devem participar.

Benefícios: Se aprovado, o produto tem potencial de trazer beneficiamento a saúde, devido a ter adequado padrão nutricional. O produto traz em sua formulação a carne de pescado que é parte fundamental de uma dieta saudável, pois oferecem uma variedade de nutrientes essenciais, como proteínas de alto valor biológico, ácidos graxos insaturados (ômega 3), que são benéficos para a saúde cardiovascular e o funcionamento do cérebro, vitaminas hidrossolúveis como as do complexo B, principalmente a vitamina B12, importante para o

Endereço: BR 465, KM 7, Zona Rural, Biblioteca Central, 2º andar

Bairro: ZONA RURAL

CEP: 23.897-000

UF: RJ

Município: SEROPEDICA

Telefone: (21)2681-4749

E-mail: eticacep@ufrrj.br

crescimento e lipossolúveis como as vitaminas A e D e sais minerais. A cenoura é uma hortaliça rica em fibras alimentares e carotenoides, precursores de vitamina A.

No TALE:

Riscos: Fique atento! Se você apresenta qualquer tipo de restrição ao consumo do produto, quer sejam questões físicas ou de saúde, emocionais ou afetivas, e religiosas. Para o preparo da almôndega todos os ingredientes (água; sal; cebola e alho em pó, orégano desidratado) serão misturados à fécula de mandioca, farinha de cenoura e carne de pescado Ubarana. A almôndega é elaborada com carne de pescado. Se você possui alergia a carne de pescado, podem apresentar quadro alérgico, logo, não devem participar.

Benefícios: Se aprovado, o produto tem potencial de trazer beneficiamento a saúde, devido a ter adequado padrão nutricional. O produto traz em sua formulação a carne de pescado que é parte fundamental de uma dieta saudável, pois oferecem uma variedade de nutrientes essenciais, como proteínas de alto valor biológico, ácidos graxos insaturados (ômega 3), que são benéficos para a saúde cardiovascular e o funcionamento do cérebro, vitaminas hidrossolúveis como as do complexo B, principalmente a vitamina B12, importante para o crescimento e lipossolúveis como as vitaminas A e D e sais minerais. A cenoura é uma hortaliça rica em fibras alimentares e carotenoides, precursores de vitamina A. Sem dizer que, participar de um projeto como este, significa ter a possibilidade de contribuir, juntamente com os outros alunos, para o melhoramento do padrão da alimentação escolar, e para o progresso da ciência e tecnologia de alimentos. A participação pode ajudar os pesquisadores a entenderem melhor a adequação do produto.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Previsão do número de participantes: 200 (100 alunos do Fundamental I e 100 alunos do Fundamental II).

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O protocolo de pesquisa apresentado possui os elementos necessários à apreciação ética.

Recomendações:

Recomenda-se que o pesquisador acompanhe a tramitação do projeto de pesquisa na Plataforma Brasil com regularidade, atentando-se às diferentes fases do processo e seus prazos:

a) quando da pendência, o pesquisador terá até 30 dias para responder às demandas e relatoria;

Endereço: BR 465, KM 7, Zona Rural, Biblioteca Central, 2º andar

Bairro: ZONA RURAL

CEP: 23.897-000

UF: RJ

Município: SEROPEDICA

Telefone: (21)2681-4749

E-mail: eticacep@ufrrj.br

UNIVERSIDADE FEDERAL
RURAL DO RIO DE JANEIRO
(UFRRJ)



Continuação do Parecer: 7.493.848

- b) quando da aprovação, o pesquisador deverá submeter relatórios parciais a cada semestre;
- c) quando da necessidade de emendas ou notificações no projeto, consultar a Norma Operacional 001/2013 - Procedimentos para Submissão e Tramitação de Projetos.
- d) quando da finalização do projeto, submeter relatório final.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

A adequação à RESOLUÇÃO N° 466 de 12 de dezembro de 2012, foi plenamente atendida pela pesquisadora.

A adequação à RESOLUÇÃO N° 510 de 24 de maio de 2016, foi plenamente atendida pela pesquisadora.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2465554.pdf	27/03/2025 16:23:35		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETOPlatformaDSD3.pdf	27/03/2025 16:19:47	VANESSA COELHO DA SILVA TOLEDO	Aceito
Outros	ModeloUSOIMAGEMUFRRJFINALDSD.pdf	16/01/2025 13:24:27	VANESSA COELHO DA SILVA TOLEDO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	ModeloTALEUFRRJDSD.pdf	16/01/2025 13:22:34	VANESSA COELHO DA SILVA TOLEDO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	ModeloTCLEResponsaveisUFRRJDSD.pdf	16/01/2025 13:19:46	VANESSA COELHO DA SILVA TOLEDO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETODEPESQUISAPlatformaBrasilDSD.pdf	16/01/2025 13:17:09	VANESSA COELHO DA SILVA TOLEDO	Aceito

Endereço: BR 465, KM 7, Zona Rural, Biblioteca Central, 2º andar

Bairro: ZONA RURAL **CEP:** 23.897-000

UF: RJ **Município:** SEROPEDICA

Telefone: (21)2681-4749

E-mail: eticacep@ufrrj.br

**UNIVERSIDADE FEDERAL
RURAL DO RIO DE JANEIRO
(UFRRJ)**



Continuação do Parecer: 7.493.848

TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Modelo_TCLEResponsaveisFIM.pdf	19/12/2024 10:00:22	VANESSA COELHO DA SILVA TOLEDO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	termoconsentimentolivreaosresponsavel.pdf	12/12/2024 08:06:08	VANESSA COELHO DA SILVA TOLEDO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	ModeloUSOIMAGEPAIS.pdf	06/12/2024 10:49:57	VANESSA COELHO DA SILVA TOLEDO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	ModeloTALEUFRRJPAIS.pdf	06/12/2024 10:49:24	VANESSA COELHO DA SILVA TOLEDO	Aceito
Outros	PlataformaBrasil.pdf	29/11/2024 06:31:17	VANESSA COELHO DA SILVA TOLEDO	Aceito
Outros	ModeloUSODEVOEIMAGEM.pdf	29/11/2024 06:30:12	VANESSA COELHO DA SILVA TOLEDO	Aceito
Outros	termodeanuencia.pdf	29/11/2024 06:29:25	VANESSA COELHO DA SILVA TOLEDO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	ModeloTALEUFRRJFINAL.pdf	29/11/2024 06:27:33	VANESSA COELHO DA SILVA TOLEDO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	QUALIFFINAL.pdf	29/11/2024 06:27:09	VANESSA COELHO DA SILVA TOLEDO	Aceito
Folha de Rosto	FOLHADEROSTOASSINADA.pdf	29/11/2024 06:20:09	VANESSA COELHO DA SILVA TOLEDO	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SEROPEDICA, 08 de Abril de 2025

Assinado por:
Valeria Nascimento Lebeis Pires
(Coordenador(a))

Endereço: BR 465, KM 7, Zona Rural, Biblioteca Central, 2º andar
Bairro: ZONA RURAL **CEP:** 23.897-000
UF: RJ **Município:** SEROPEDICA
Telefone: (21)2681-4749 **E-mail:** eticacep@ufrj.br

4. Laudo Microbiológico

	RELATÓRIO DE ANÁLISE	Página 1 de 1
		Número R068825

DADOS DO SOLICITANTE

Solicitante:	Lourdes Maria Correa Cabral
Plano de Ação/Atividade:	20.22.03.043.00.02
Nome do Material:	Almôndega de pescado barana com farinha de cenoura
Número da Requisição:	0504/2025
Data de Entrada:	08/09/2025
Data da Análise:	08/09/2025

RESULTADOS OBTIDOS

Nome da Análise	Identificação da Amostra			
	P1 2503144	P2 2503145	PT9 2503146	P3 2503147
Contagem de bolores e leveduras (UFC/g) *	< 1,0 x 10 ¹ estimado	< 1,0 x 10 ¹ estimado	< 1,0 x 10 ¹ estimado	< 1,0 x 10 ¹ estimado
Contagem de E. coli (UFC/g)	< 1,0 x 10 ¹ estimado	< 1,0 x 10 ¹ estimado	< 1,0 x 10 ¹ estimado	< 1,0 x 10 ¹ estimado
Deteção de Salmonella spp. em alimentos (Ausência em 25g ou ml)	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Determinação e contagem de Bacillus cereus (TEMPO) (UFC/g)	< 1,0 x 10 ¹	< 1,0 x 10 ¹	< 1,0 x 10 ¹	< 1,0 x 10 ¹
Determinação e contagem de Staphylococcus coagulase positiva / Staphylococcus aureus (TEMPO) (UFC/g)	< 1,0 x 10 ¹	< 1,0 x 10 ¹	< 1,0 x 10 ¹	< 1,0 x 10 ¹
Contagem padrão de bactérias aeróbias mesófilas (UFC/g) **	2,0 x 10 ² estimado	1,5 x 10 ² estimado	7,5 x 10 ² estimado	5,0 x 10 ¹ estimado

- Valores estimados referem-se a contagens abaixo ou acima dos limites estabelecidos pelo método. Os limites estabelecidos são:

* entre 15 e 150 UFC/g ou mL (plaqueamento de superfície),

** entre 25 e 250 UFC/g ou mL (plaqueamento de superfície).

OBSERVAÇÕES

- ❖ Referência do método: *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of foods* (2001), Método BioMérieux TEMPO BC 80106 e Método BioMérieux TEMPO STA 80002.
- ❖ O Relatório de Análise refere-se exclusivamente à amostra analisada, sendo o solicitante responsável pela coleta e amostragem do material.
- ❖ Este Relatório de Análise só pode ser reproduzido por completo e com autorização deste laboratório.
- ❖ O solicitante tem prazo de 30 (trinta) dias, a partir da data de emissão, para realizar **análise crítica** do Relatório de Análise e solicitar a devolução da amostra.

Rio de Janeiro, 17 de setembro de 2025.

Janine Passos Lima
Responsável Técnica
Laboratório de Microbiologia de Alimentos
"Dispensa assinatura quando consultado eletronicamente"

 Agroindústria de Alimentos	RELATÓRIO DE ANÁLISE	Página 1 de 1
		Número R071925

DADOS DO SOLICITANTE

Solicitante:	Lourdes Maria Correa Cabral
Plano de Ação/Atividade:	20.22.03.043.00.02
Nome do Material:	Almondegas de peixe ubarana
Número da Requisição:	0526/2025
Data de Entrada:	29/09/2025
Data da Análise:	29/09/2025

RESULTADOS OBTIDOS

Nome da Análise	Identificação da Amostra
	A1 2503231
Contagem de bolores e leveduras (TEMPO) (UFC/g)	$< 1,0 \times 10^1$
Contagem de E. coli (UFC/g) *	$< 1,0 \times 10^1$ estimado
Deteção de Salmonella spp. em alimentos (Ausência em 25g ou ml)	Ausência
Determinação e contagem de Bacillus cereus (TEMPO) (UFC/g)	$< 1,0 \times 10^1$
Determinação e contagem de Staphylococcus coagulase positiva / Staphylococcus aureus (TEMPO) (UFC/g)	$< 1,0 \times 10^1$
Contagem padrão de bactérias aeróbias mesófilas (TEMPO) (UFC/g)	$3,3 \times 10^1$

- Valores estimados referem-se a contagens abaixo ou acima dos limites estabelecidos pelo método. Os limites estabelecidos são:

* entre 15 e 150 UFC/g ou mL (plaqueamento de superfície)

OBSERVAÇÕES

- ❖ Referência do método: *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of foods* (2001), Método BioMérieux TEMPO BC 80106, Método BioMérieux TEMPO STA 80002, Método BioMérieux TEMPO AC 411113 e Método BioMérieux TEMPO YM 80001.
- ❖ O Relatório de Análise refere-se exclusivamente à amostra analisada, sendo o solicitante responsável pela coleta e amostragem do material.
- ❖ Este Relatório de Análise só pode ser reproduzido por completo e com autorização deste laboratório.
- ❖ O solicitante tem prazo de 30 (trinta) dias, a partir da data de emissão, para realizar **análise crítica** do Relatório de Análise e solicitar a devolução da amostra.

Rio de Janeiro, 10 de outubro de 2025.

Janine Passos Lima
Responsável Técnica
Laboratório de Microbiologia de Alimentos
"Dispensa assinatura quando consultado eletronicamente"

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Av. das Américas, 29.501 – Guaratuba – 23020-470 – Rio de Janeiro, RJ – Telefone (0xx21) 3622-9600 – Fax (0xx21) 3622-9713
Homepage: <https://www.embrapa.br/agroindustria-de-alimentos> - correio eletrônico: ctaa.cra@embrapa.br

SQ 023FA – Revisão 05 – 25/06/2018