



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE**  
**ALIMENTOS**

**NEILANE GOMES DA ROCHA**

**PROPRIEDADES FUNCIONAIS TECNOLÓGICAS DE CONCENTRADO**  
**PROTEICO OBTIDO A PARTIR DE AMÊNDOA DE CASTANHA DE CAJU**  
*(Anacardium occidentale L.)*

**FORTALEZA**

**2023**

NEILANE GOMES DA ROCHA

PROPRIEDADES FUNCIONAIS TECNOLÓGICAS DE CONCENTRADO PROTEICO  
OBTIDO A PARTIR DE AMÊNDOA DE CASTANHA DE CAJU (*Anacardium occidentale*  
L.)

Dissertação apresentada ao Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Departamento de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará – *Campus* Pici, como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Área de concentração: Ciência e Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Ana Paula Dionísio.

FORTALEZA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- R574p Rocha, Neilane Gomes da.  
Propriedades funcionais tecnológicas de concentrado proteico obtido a partir de amêndoa de castanha de caju (*Anacardium occidentale* L.) / Neilane Gomes da Rocha. – 2023.  
70 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, 2023.  
Orientação: Profa. Dra. Ana Paula Dionísio.
1. Análise sensorial. 2. Plant-based. 3. Desenvolvimento de produto. 4. Proteína vegetal. I. Título.  
CDD 664
-

NEILANE GOMES DA ROCHA

PROPRIEDADES FUNCIONAIS TECNOLÓGICAS DE CONCENTRADO  
PROTEICO OBTIDO A PARTIR DE AMÊNDOA DE CASTANHA DE CAJU  
(*Anacardium occidentale* L.)

Dissertação apresentada ao Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos do Departamento de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará – *Campus* Pici, como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Área de concentração: Ciência e Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal.

Aprovada em: 13/07/2023.

BANCA EXAMINADORA

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Ana Paula Dionísio (Orientadora)  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Larissa Moraes Ribeiro da Silva  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Robson Alves da Silva  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI)

A Manoel de Jesus Marques (*In Memoriam*).

## AGRADECIMENTOS

Mais uma etapa! Gostaria de agradecer à minha orientadora, Ana Paula, por toda a disposição, paciência, compreensão, acolhimento, apoio e por não me deixar desistir. Obrigada, Ana!

À Universidade Federal do Ceará e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos pela oportunidade e possibilidade de realização deste sonho.

Meu eterno agradecimento a Poliana Brito e Camila de Carvalho por estarem comigo em cada etapa deste mestrado, por toda ajuda e apoio, obrigada meninas!

Meu agradecimento ao CNPq, Embrapa e UFC pelo apoio e suporte financeiro.

Agradeço aos meus amigos e colegas de laboratório: Gilleno, Geciene, Emilly, Amanda, Diogo Henrique, Jéssica, Yago, Sofia e Fernanda, a companhia de cada um de vocês fez muita diferença nessa etapa.

Mais um “obrigada” para minhas companheiras de apartamento: Poli, Camila e Karol, obrigada por me aguentarem e suportarem. E obrigada Wesleyne por ter aberto as portas da sua casa com tanto carinho e confiança nesses mais de 2 anos de mestrado.

Minha gratidão e respeito aos Técnicos/Analistas de Laboratório: Poliana Brito, Manoel Marques, Luís Duarte, Jurandy Silva, Jurecir da Silva, Ídila Araújo, Adriano Mattos e Arthur Rodrigues, obrigada por me incentivarem e ensinarem tanto.

Um agradecimento especial ao Instituto Federal do Piauí e ao DIASPA por permitirem a utilização de seus laboratórios para a finalização das análises desta pesquisa.

E por fim, meu agradecimento às pessoas que sempre acreditaram e confiaram em mim, minha família (e amigos que são minha família também), minha mãe Dona Deusa, Tia Haydée, Neli, Neliane, Alane Helen, Luzia, Raquel Xavier, Ana Karoline e Avelino Alves.

E um agradecimento a mim também, por não ter desistido...

É o meu desejo mais sério que alguns de vocês continuem a fazer o trabalho científico e mantenham a ambição e a determinação de fazer uma contribuição permanente para a ciência.

- Marie Curie.

## RESUMO

A amêndoa da castanha de caju destaca-se como o principal produto da cajucultura. Porém, no processamento desta amêndoa um elevado percentual é quebrado, tornando de menor valor de mercado. Assim, diversas alternativas tecnológicas têm sido estudadas para a elaboração de novos produtos a partir destes materiais de menor valor, e dentre estes produtos, destaca-se o óleo. No processamento do óleo, obtido pela prensagem da amêndoa, tem-se a obtenção de um coproduto – denominado de Torta Parcialmente Desengordurada (TPD), que apresenta potencial para ser trabalhado como matéria-prima para a produção de produtos proteicos. O objetivo deste trabalho foi a avaliação do concentrado proteico obtido a partir da TPD, a fim de estabelecer seu potencial como ingrediente na indústria de alimentos. Para isso, foi avaliada a composição centesimal da TPD. Após a concentração de sua proteína, as propriedades tecnofuncionais, perfil mineral, toxicidade, compostos fenólicos e atividade antioxidante do concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju foram realizadas. Em adição, uma avaliação sensorial, comparando com os principais produtos disponíveis no mercado (concentrado proteico de arroz, ervilha e soja) foi realizada. Os resultados demonstraram que a TPD, após a etapa de concentração, apresentou teor de proteínas de 27% e o concentrado proteico atingiu concentração de proteínas de 57,96%. O concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju, como um produto *plant-based*, apresenta características nutricionais expressivas, como alto teor de proteínas, resultados significativos de propriedades tecnofuncionais, evidenciando seu potencial para alimentos que requeiram capacidade de atividade e estabilidade emulsificante, capacidade de absorção de água e de óleo, formação de gel e solubilidade. O concentrado proteico se mostrou uma fonte de minerais, principalmente fósforo. Além de ser um produto que não se observou toxicidade, ainda apresentou compostos fenólicos e atividade antioxidante. Avaliando os atributos sensoriais de aparência, aroma e impressão geral, verificou-se que o concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju apresentou resultados positivos e até melhores que os demais concentrados proteicos avaliados e disponíveis no mercado. O concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju apresenta atributos que permitem seu uso como ingrediente enriquecedor e inovador, com características nutricionais e com propriedades tecnofuncionais para diferentes aplicações de interesse para a indústria de alimentos.

**Palavras-chave:** análise sensorial; *plant-based*; desenvolvimento de produto; proteína vegetal.



## ABSTRACT

The cashew nut kernel stands out as the main product of cashew culture. However, in the processing of this kernel a high percentage is broken, making it of lower market value. Thus, various technological alternatives have been studied to produce new products from these lower-value materials, including oil. Processing the oil, obtained by pressing the kernels, produces a co-product - called Partially Defatted Cake (PDC) - which has the potential to be used as a raw material for producing protein products. The aim of this work was to evaluate the protein concentrate obtained from PDC to establish its potential as an ingredient in the food industry. To this end, the centesimal composition of PDC was evaluated. After concentrating the protein, the techno-functional properties, mineral profile, toxicity, phenolic compounds and antioxidant activity of the cashew nut kernel protein concentrate were analyzed. In addition, a sensory evaluation was conducted, comparing it with the main products available on the market (rice, pea and soy protein concentrates). The results showed that the PDC, after the concentration stage, had a protein content of 27% and the protein concentrate reached a protein concentration of 57.96%. The cashew nut kernel protein concentrate, as a plant-based product, has significant nutritional characteristics, such as high protein content, significant results in terms of techno-functional properties, showing its potential for foods that require emulsifying activity and stability, water and oil absorption capacity, gel formation and solubility. The protein concentrate proved to be a source of minerals, especially phosphorus. As well as being a product with no toxicity observed, it also showed phenolic compounds and antioxidant activity. Evaluating the sensory attributes of appearance, aroma and overall impression, it was found that the cashew nut kernel protein concentrate showed positive results and was even better than the other protein concentrates evaluated and available on the market. The cashew nut kernel protein concentrate has attributes that allow it to be used as an enriching and innovative ingredient, with nutritional characteristics and techno-functional properties for different applications of interest to the food industry.

**Keywords:** sensory analysis; plant-based; product development; vegetable protein.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Fluxograma da obtenção da torta parcialmente desengordurada de amêndoa de castanha de caju, matéria-prima para a elaboração de concentrados proteicos.....	25
Figura 2- Fluxograma da obtenção do concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju .....	27
Figura 3- Resultado da estabilidade da espuma do concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju .....	39
Figura 4- Análise sensorial dos concentrados proteicos.....	49
Figura 5- É intolerante ou alérgico a produtos que contenham amêndoas de castanha de caju, arroz, ervilha ou soja? .....	51
Figura 6- Gosta de amêndoas de castanha de caju?.....	51
Figura 7- Tem o hábito de consumir amendôas de castanha de caju?.....	51
Figura 8- Tem o hábito de consumir fontes de proteína? .....	51
Figura 9- Tem o hábito de consumir proteínas concentradas? .....	52

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Valores médios e desvio padrão da composição centesimal da torta parcialmente desengordurada de amêndoa de castanha de caju .....	34
Tabela 2- Teor proteico da TPD e do concentrado proteico de amêndoa de caju.....	35
Tabela 3- Resultados da atividade e estabilidade da emulsão do concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju.....	36
Tabela 4- Resultados da capacidade de absorção de água e de óleo do concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju.....	37
Tabela 5- Resultados da capacidade de formação e estabilidade da espuma do concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju .....	39
Tabela 6- Resultados da capacidade de formação de gel do concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju.....	40
Tabela 7- Resultados da análise de cor do concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju.....	41
Tabela 8- Resultados de densidade do concentrado proteico de amêndoa de caju .....	42
Tabela 9- Resultado da análise de molhabilidade do concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju .....	43
Tabela 10- Resultado do índice de solubilidade do concentrado proteico de amêndoa .....	43
Tabela 11- Resultados do perfil mineral do concentrado proteico de amêndoa de caju .....	44
Tabela 12- Resultados da toxicidade do concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju.....	46
Tabela 13- Resultados do teor de fenólicos do concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju .....	47
Tabela 14- Capacidade antioxidante do concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju.....	48
Tabela 15- Características socioeconômicas dos provadores.....	50
Tabela 16- Resultados da análise de cor dos concentrados proteicos de amêndoa de castanha de caju, arroz, ervilha e soja .....	52
Tabela 17- Resultados da avaliação sensorial dos concentrados proteicos.....	53
Tabela 18- Resultados da aceitabilidade dos concentrados proteicos .....	55

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	12
2	<b>OBJETIVOS</b> .....	14
2.1	<b>Objetivo Geral</b> .....	14
2.2	<b>Objetivos Específicos</b> .....	14
3	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	15
3.1	<b>Mercado <i>Plant-based</i></b> .....	15
3.2	<b>Aspectos Gerais da Amêndoa de Castanha de Caju</b> .....	16
3.3	<b>Proteínas Vegetais</b> .....	18
3.4	<b>Propriedades Funcionais Tecnológicas</b> .....	20
4	<b>METODOLOGIA</b> .....	25
4.1	<b>Matéria-Prima</b> .....	25
4.2	<b>Composição Centesimal da Torta Parcialmente Desengordurada</b> .....	26
4.3	<b>Concentrado Proteico</b> .....	26
4.4	<b>Aspectos Funcionais Tecnológicos do Concentrado Proteico</b> .....	27
4.4.1	<i>Atividade Emulsificante e Estabilidade da Emulsão</i> .....	27
4.4.2	<i>Capacidade de Absorção de Água e Capacidade de Absorção de Óleo</i> .....	28
4.4.3	<i>Capacidade de Formação e Estabilidade da Espuma</i> .....	28
4.4.4	<i>Capacidade de Formação de Gel</i> .....	29
4.4.5	<i>Determinação de Cor</i> .....	29
4.4.6	<i>Densidade</i> .....	29
4.4.7	<i>Molhabilidade</i> .....	30
4.4.8	<i>Solubilidade em Água</i> .....	30
4.5	<b>Perfil Mineral</b> .....	30
4.6	<b>Toxicidade <i>Artemia Salina</i></b> .....	31
4.7	<b>Análise de Fenólicos Totais</b> .....	31
4.8	<b>Atividade Antioxidante pelo Método DPPH</b> .....	32
4.9	<b>Análise Sensorial</b> .....	32
4.10	<b>Análise Estatística</b> .....	33
5	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	34
5.1	<b>Torta Parcialmente Desengordurada de Amêndoa de Castanha de Caju</b> .....	34
5.2	<b>Concentrado Proteico de Amêndoa de Castanha de Caju</b> .....	35
5.3	<b>Propriedades Funcionais Tecnológicas</b> .....	36

5.3.1	<i>Atividade Emulsificante e Estabilidade da Emulsão</i> .....	36
5.3.2	<i>Capacidade de Absorção de Água e Capacidade de Absorção de Óleo</i> .....	37
5.3.3	<i>Capacidade de Formação e Estabilidade da Espuma</i> .....	38
5.3.4	<i>Capacidade de Formação de Gel</i> .....	40
5.3.5	<i>Determinação de Cor</i> .....	41
5.3.6	<i>Densidade</i> .....	42
5.3.7	<i>Molhabilidade</i> .....	43
5.3.8	<i>Solubilidade</i> .....	43
5.4	<b>Perfil Mineral</b> .....	44
5.5	<b>Toxicidade</b> .....	45
5.6	<b>Fenólicos Totais</b> .....	46
5.7	<b>Atividade Antioxidante DPPH</b> .....	48
5.8	<b>Análise Sensorial</b> .....	49
5.8.1	<i>Provadores</i> .....	49
5.8.2	<i>Perfil de consumo</i> .....	50
5.8.3	<i>Avaliação Sensorial dos Concentrados Proteicos</i> .....	52
5.8.3.1	Determinação de Cor dos Concentrados Proteicos.....	52
5.8.3.2	Avaliação Sensorial Olfativa e Visual.....	53
5.8.3.3	Preferência .....	54
5.8.4	<i>Aceitabilidade dos Concentrados Proteicos</i> .....	55
6	<b>CONCLUSÕES</b> .....	57
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	57
	<b>APÊNDICE A – TERMO CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO</b> .....	68
	<b>APÊNDICE B – FICHA DA ANÁLISE SENSORIAL</b> .....	69

## 1 INTRODUÇÃO

As práticas e os hábitos alimentares são estabelecidos principalmente na fase infantil, a partir do desenvolvimento das relações sociais com a família e também com a comunidade, porém ao longo da vida, fatores como a globalização e a conscientização das pessoas em relação à saúde podem modificar esses hábitos. Com isso, nota-se um aumento na procura por produtos naturais, de origem vegetal, minimamente processados, fortificados, *diet* e *light*, isentos ou com teores reduzidos de sal, açúcares e gorduras, além da introdução de novos hábitos alimentares e estilos de vida como o vegetarianismo, flexitarianismo e veganismo. Essas tendências têm impulsionado o crescimento de novas pesquisas voltadas para as questões ambientais e sustentabilidade dos processos produtivos já conhecidos (PEREIRA FILHO, 2020).

Neste contexto, um dos mercados que se encontra em elevado crescimento é o de alimentos *plant-based*, ou alimentos à base de plantas, cujo nicho visa consumidores que possuem alguma restrição alimentar, como intolerância à lactose ou alergia a alguma proteína do leite, ou mesmo às pessoas que optam por não consumir produtos de origem animal. Para atender a este público, a indústria alimentícia busca desenvolver alimentos à base de ingredientes de origem vegetal e que também sejam nutritivos e saudáveis, o que tem impulsionado o desenvolvimento de alimentos enriquecidos e que ofereçam benefícios à saúde ou funcionalidade, de forma que possa diversificar cada vez mais as opções disponíveis no mercado para este setor em ascensão (ARIOCH, 2019).

Desta forma, a indústria de alimentos e bebidas tem passado por transformações tecnológicas, como é o caso do mercado de proteínas vegetais. Os produtos elaborados a partir de proteínas vegetais, onde há diversos tipos: em forma isolada, concentradas e texturizada, apresentam aminoácidos essenciais altamente benéficos, baixo teor de gordura saturada e não possuem colesterol (GUO *et al.*, 2020). Em adição, de acordo com Bessada, Barreira e Oliveira (2019), as proteínas de origem vegetal destacam-se pelo conteúdo proteico, incluindo teores de lisina, leucina, ácido aspártico e arginina, ocasionando inúmeras possibilidades de atender à solicitação de segurança alimentar.

É importante informar e destacar que as principais fontes de insumos de proteína vegetal são relativamente baratas (RUBIO; XIANG e KAPLAN, 2020). Entre as proteínas mais utilizadas pela indústria, a maioria é derivada da soja e do trigo (AVELAR *et al.*, 2021). Porém, outras alternativas de proteínas vegetais estão sendo investigadas, como por exemplo o grão de

bico, a lentilha, a amêndoa de castanha de caju, devido às suas características nutricionais e outras variáveis vantajosas (ZHAO *et al.*, 2019).

A amêndoa de castanha de caju é um dos frutos secos mais valorizados, principalmente, por ser produzido em países de clima tropical. É um fruto seco oleaginoso, de sabor doce e agradável, rico em ácidos graxos não saturados como o oléico e linoléico, além de vitaminas como B1 e B2, potássio, fósforo, zinco, magnésio e ferro. O consumo da amêndoa de castanha de caju pode promover efeitos benéficos na saúde, demonstrados em trabalhos de Mah *et al.* (2017) e Mohan *et al.* (2018), como o aumento do colesterol HDL e a redução da pressão arterial. A amêndoa de castanha de caju apresenta um mercado bem estabelecido, sendo o Brasil um dos países de destaque no seu processamento. Durante o seu processamento industrial, dependendo do sistema utilizado (mecânico ou manual), pode apresentar até 40% de amêndoas quebradas. Essas amêndoas apresentam menor valor comercial e podem ser utilizados como matéria-prima para elaboração de diferentes produtos, como extração de seu óleo e obtenção de concentrado proteico, fonte de proteína de origem vegetal (LIMA *et al.*, 2017).

A alimentação rica em proteínas vegetais é considerada nutricionalmente adequada por apresentar alto valor biológico, aminoácidos essenciais, compostos bioativos e minerais, além de auxiliar na prevenção e tratamento de algumas doenças e ser apropriada em todas as fases da vida, desde a gravidez até a fase adulta (MELINA; CRAIG e LEVIN, 2016). Em alimentos de origem vegetal, os compostos bioativos e os minerais, muitas vezes estão presentes em formas químicas que possuem diferentes potenciais de absorção pelo organismo. Tal forma de alimentação pode atender às recomendações nutricionais, pois é rica em proteínas, ácidos graxos, fibras, carotenoides, flavonoides e outros fitoquímicos, antioxidantes e minerais como fósforo, potássio e magnésio (FERREIRO; LÓPEZ e VILLARES, 2020).

Assim, com a crescente solicitação por produtos saudáveis e que atendam às necessidades do consumidor, estão sendo impulsionados cada vez mais o desenvolvimento de novos produtos vegetais, tornando-os foco de inovação. Dessa forma, é bastante promissora a associação da amêndoa de castanha de caju, rica em proteínas, no desenvolvimento de novos produtos proteicos, sendo necessário a verificação dos seus aspectos funcionais, tecnológicos e sensoriais, composição mineral, além de sua toxicidade e compostos bioativos com o objetivo de estabelecer seu potencial como ingrediente tecnofuncional na indústria de alimentos.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

Desenvolver um concentrado proteico a partir da torta parcialmente desengordurada de amêndoa de castanha de caju (coproduto da extração do óleo), caracterizar suas propriedades funcionais tecnológicas, perfil mineral, bem como aspectos de toxicidade, compostos bioativos e atributos sensoriais.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Analisar a composição centesimal da torta parcialmente desengordurada (TPD) da amêndoa de castanha de caju (coproduto da extração do óleo);
- Obter concentrado proteico a partir da TPD e realizar análises de aspectos funcionais tecnológicos no concentrado proteico;
- Determinar o perfil mineral do concentrado proteico;
- Avaliar a toxicidade do concentrado proteico em modelo de *Artemia salina*;
- Quantificar o teor de fenólicos totais e determinar a atividade antioxidante total do concentrado proteico;
- Analisar os atributos sensoriais de aparência, aroma e impressão geral do concentrado proteico desenvolvido em comparação com outros concentrados proteicos comerciais de arroz, ervilha e soja.



### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Mercado *Plant-based*

O mercado e a dieta *plant-based* é um novo conceito em alimentação que vem crescendo em importância para a população global, afetando diretamente o futuro da indústria de alimentos. Essa dieta pode ser definida como a predominância de vegetais frescos ou minimamente processados e diminuição de alimentos de origem animal nas refeições. O termo *plant-based* às vezes é usado de forma intercambiável entre indivíduos que praticam os movimentos vegano, vegetariano e flexitariano (TUSO *et al.*, 2013).

Os dados apresentados pelo *The Good Food Institute* (2021) mostraram que 2020 foi um período em que bateu recorde de investimentos em empresas que produzem alternativas a produtos de origem animal, como leite, carnes, ovos e derivados à base de vegetais. Os dados coletados pelo instituto mostraram que as empresas globais de proteínas alternativas receberam US\$3,1 bilhões em investimentos, sendo esse valor três vezes maior que em 2019 e quatro vezes e meia maior que 2018. Neste cenário, os consumidores buscam cada vez mais por produtos saborosos, sustentáveis, seguros, nutritivos e acessíveis. Além disso, substitutos da carne são fontes de nutrientes mais saudáveis em relação a produtos de origem animal (APOSTOLIDIS & MCLEAY, 2016).

De acordo com Tziva *et al.* (2020), as mudanças tecnológicas e o desenvolvimento de novos produtos que oferecem benefícios ao consumidor foram fatores importantes para a expansão do mercado, atingindo públicos maiores e não se restringindo apenas aos vegetarianos e veganos. Segundo os dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2020), a produção de grãos de 2019/2020 tem projeção de aumento em 67,4 milhões de toneladas até 2029/2030, partindo da produção de 250,9 milhões de toneladas para 318,3 milhões de toneladas, um acréscimo de 27%. Através do exposto, o Brasil poderá ser protagonista desse cenário, atuando como fornecedor de ingredientes e produtos análogos à carnes a outros países.

O Brasil apresenta casos reais de empresas que alavancaram seus negócios pelas novidades do setor, como por exemplo a Fazenda Futuro, que foi avaliada em 100 milhões de dólares por um dos fundos de investimentos mais respeitados do país, em apenas três meses de operação. Outras empresas acompanharam as tendências como a Superbom, Seara Alimentos e a Marfrig que estabeleceu parceria com a rede de *fast food* *Burger King*. Com essa expansão, é possível perceber que o Brasil tem potencial para ofertar produtos no setor alimentício de forma rápida e diversificada (THE GOOD FOOD INSTITUTE, 2020).

Evidências de estudos prospectivos indicam que um alto consumo de alimentos à base de plantas, como frutas e vegetais, nozes e grãos integrais estão associados a uma significativa diminuição do risco de doença arterial coronariana e derrame. Os efeitos de proteção desses alimentos provavelmente são causados por vários nutrientes benéficos contidos neles, incluindo ácidos graxos mono e poli-insaturados, vitaminas, antioxidantes, minerais, fitoquímicos, fibras e proteínas vegetais. Tais dietas, que também têm muitos outros benefícios à saúde, merecem mais ênfase nas recomendações alimentares para prevenir doenças crônicas (SINGHAL *et al.*, 2017).

Sem dúvidas a demanda por fontes de proteínas alternativas à carne está expandindo globalmente. Uma revolução foi iniciada para o desenvolvimento de novos e saudáveis análogos de carne que não existem apenas para satisfazer os consumidores vegetarianos, mas também para os mais exigentes amantes de carne (KYRIAKOPOULOU *et al.*, 2019).

Esse fenômeno mundial da crescente oferta de alimentos *plant-based* é também observado no mercado brasileiro. Grandes redes nacionais de supermercados já apresentam em seu portfólio produtos feitos de plantas como alternativas aos produtos lácteos e aos cárneos, como bebidas à base de amêndoas e castanhas, alimento tipo “iogurte” de soja, hambúrguer, almôndegas e “carne” moída vegetal. Empresas de *fast food* também estão incluindo em seus cardápios adaptações de seus produtos para versões feitas de plantas.

Tendo em vista o crescimento da demanda por produtos feitos à base de plantas, a indústria de alimentos está buscando se adaptar, investindo em pesquisa e testando novos produtos para atender a essa moderna e emergente condição do mercado consumidor (WESTHOEK *et al.*, 2014). Tudo isso leva a acreditar que o lugar central da carne no menu está sendo cada vez mais desafiado com base na sustentabilidade ambiental, questões de saúde e argumentos sobre direitos/bem-estar dos animais (PLUHAR, 2010).

### **3.2 Aspectos Gerais da Amêndoa de Castanha de Caju**

De acordo com informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), no mês de setembro do ano 2020 a ocupação territorial de plantações de caju no Brasil correspondia a 427 mil hectares, sendo que 99,7% desse total concentrava-se na região Nordeste, tendo como principal produtor o estado do Ceará com 271 mil hectares, ou seja, 63,3 % das plantações. Em termos estatísticos, o Ceará apresenta-se como principal produtor de castanha de caju no país e conforme dados do IBGE, ele produziu entre os anos de 2018 e 2019, respectivamente, 83.019 e 87.711 toneladas de castanhas.

O cajueiro pertencente à família *Anacardiaceae*, possui distribuição tropical e subtropical, incluindo cerca de 70 gêneros e 700 espécies, sendo que no Brasil ocorrem 13 gêneros e cerca de 60 espécies. Diversas *Anacardiaceae* apresentam frutos ou pseudofrutos comestíveis, este é o caso do cajueiro (*Anacardium occidentale*), cujo fruto é a castanha de caju, mundialmente conhecida, sendo o seu pseudofruto originado do desenvolvimento do pedúnculo, e tem sido comercializado *in natura* ou na forma de doces, sucos ou sorvetes (SOUZA & LORENZI, 2008).

O fruto verdadeiro do caju é um aquênio reniforme e consiste em epicarpo, mesocarpo, endocarpo e amêndoa, que corresponde, em média, a 10% do peso do caju. O peso é variável, encontrando-se castanhas de 3 a 12 g, e o aumento deste limite superior é um dos principais objetivos do melhoramento. Tem coloração esverdeada, de início, tornando-se avermelhada e por último apresenta cor acinzentada. Sua superfície é cerosa, brilhante e resistente, ornamentada de inúmeras pontuações escuras (MACÊDO, 2013).

A amêndoa de castanha de caju constitui-se num dos principais produtos comercializados da agroindústria do caju, tendo como componentes principais os lipídios (46%), seguido das proteínas (22%) e amido (16%), seja em amêndoas cruas, cozidas ou tostadas (GAZZOLA *et al.*, 2006). A amêndoa é um alimento grandemente apreciado não só pelo seu sabor, como também pelas suas qualidades nutritivas, sendo considerada alimento funcional, por ser fonte de compostos bioativos como tocoferóis, ácidos graxos essenciais (GOMEZ-CARAVACA *et al.*, 2010), fibras, fitoesteróis, compostos fenólicos, flavonoides, isoflavonas, terpenos e compostos organosulfurosos (YANG *et al.*, 2009).

O mercado da amêndoa de castanha de caju pode ser segmentado por uso, forma, canal de distribuição e por regiões. Com base no uso, a amêndoa é segmentada em inteiras, quebradas (bandas, batoques, pedaços ou granuladas), farinhas ou ainda em pasta; sendo cada uma dessas classificações voltadas a um segmento produtivo distinto, tais como confeitos, laticínios, produtos de panificação, lanches e barras, sobremesas, cereais e bebidas (CBI, 2021).

Os importadores de castanha de caju normalmente importam outros tipos de castanhas/amêndoas e também de frutas secas, o que significa que há uma enorme oportunidade de diversificação de negócio para os exportadores brasileiros de amêndoa de castanha de caju. Podendo estes agregarem outras nozes e frutas secas brasileiras no seu portfólio de produtos, podendo aumentar mais sua competitividade.

### 3.3 Proteínas Vegetais

As proteínas são macronutrientes cuja conformação é mantida principalmente pelas ligações de hidrogênio e interações eletrostáticas entre a água e suas moléculas (TANG; CHOI e MA, 2007). Elas possuem importância para a saúde e tecnologia como ingrediente funcional, pois têm diferentes propriedades funcionais tecnológicas, que durante o processamento dos alimentos são responsáveis por melhorar seus atributos de qualidade, influenciando na aceitação pelo consumidor (TORREZAN *et al.*, 2007).

As proteínas vegetais são apresentadas como funcionais, por proporcionar benefícios à saúde além dos nutrientes essenciais característicos da espécie, em vegetais as proteínas estão presentes em diferentes partes de sua estrutura, como sementes, talos, nós, córtex, pecíolos, folhas, flores, frutos, raízes, rizomas e tubérculos (BILDANOVA *et al.*, 2013). Segundo Mariotti & Gardner (2019), dos nove aminoácidos essenciais que o corpo humano necessita para desenvolver suas funções vitais, pelo menos um se encontra disponível nos alimentos vegetais, sendo necessário o consumo diversificado de leguminosas e cereais para alcançar a adequação total de proteínas em adultos que possuem dietas vegetarianas e veganas.

Apesar das limitações proteicas, as fontes vegetais são ricas em fibras, possuem baixo teor de gorduras, presença de ômega<sup>-3</sup> e baixos valores calóricos que também são essenciais para o organismo. Essas proteínas podem ser facilmente encontradas em diversos cereais, leguminosas, oleaginosas, hortaliças e frutas (MIRANDA & VIANA, 2017).

Estudos revelaram que o grupo das leguminosas constituídas por feijão, grão de bico, ervilha e lentilha são uma fonte acessível de proteína e sais minerais como ferro e cálcio. Essas, quando associadas a cereais integrais, complementam os aminoácidos essenciais que o organismo humano necessita para realizar as diversas reações químicas (OLOJEDE; SANNI e BANWO, 2020).

Além desses benefícios, esses vegetais quando incluídos na dieta atuam como cofatores na prevenção de doenças cardiovasculares e do trato gastrointestinal proporcionados pelo valor nutricional e proteico do vegetal (MEJRI *et al.*, 2019). Nesse contexto, o valor proteico de um vegetal está condicionado à qualidade e quantidade de aminoácidos presentes em sua composição. A leucina, por exemplo, é um aminoácido essencial, presente principalmente em leguminosas como feijão, ervilha e soja, a qual contribui na redução da perda da massa muscular (MIRANDA & VIANA, 2017).

Em função das diversas atividades biológicas que variam de antimicrobiano, anticarcinogênico, baixo teor de colesterol, como também, efeitos benéficos para a saúde

cardiovascular, tem-se buscado alternativas tecnológicas como a utilização de peptídeos de proteínas para o melhor aproveitamento dos benefícios proteicos do vegetal, podendo esses ser também de produtos reaproveitados (MONTESANO *et al.*, 2020).

Um dos primeiros grupos de proteínas foi isolado pela primeira vez por Gorham (1820) em milho integral e a primeira patente para o método comercial de extração de proteínas foi concedida a Osborne (1891), onde essas proteínas foram isoladas de acordo com a solubilidade em diversos solventes e as classificaram de acordo com as frações extraídas em água pura (albuminas), soluções salinas diluídas (globulinas), soluções alcoólicas (prolaminas) e soluções alcalinas ou ácidas diluídas (glutelinas) (VICKERY, 1945).

Ainda não existe um sistema de classificação universal para as proteínas, mas Shewry (2000) considera mais válido dividir as proteínas primeiro de acordo com a atividade que desempenha em cada espécie, permitindo separá-las em proteínas estruturais, funcionais como as enzimas e os hormônios, proteínas de defesa e proteínas de armazenamento, que são utilizadas durante a germinação (DEVAPPA; MAKKAR e BECKER, 2010).

Na extração de tais proteínas, o solvente mais utilizado é a água junto com o hidróxido de sódio ou potássio que age no ajuste do pH (MOURE *et al.*, 2006). Em condições alcalinas, é sabido que a extração das proteínas de sementes oleaginosas é mais eficaz, mas em contrapartida, efeitos adversos são verificados nos materiais analisados, como a redução de digestibilidade da proteína, e danos a alguns aminoácidos (cistina e lisina) (SARI; BRUINS e SANDERS, 2013).

A legislação brasileira define como produtos proteicos de origem vegetal os alimentos obtidos a partir de partes proteicas de espécies vegetais, podendo ser apresentados em grânulo, pó, líquido ou outras formas. No entanto, só estabelece teores mínimos de proteína (N x 6,25) para concentrado de soja (68%) e para isolado de soja (88%). Estipula ainda para outros produtos proteicos o teor mínimo de proteína de 40% (BRASIL, 2005).

Segundo Moure *et al.* (2006), as proteínas vegetais geralmente se apresentam sob a forma de concentrados ou isolados proteicos. O concentrado proteico é o produto que resulta da insolubilização das proteínas, juntamente com as fibras insolúveis da torta/farelo em meio aquoso. No processo de obtenção de concentrado proteico, apenas os componentes solúveis em meio aquoso são extraídos do farelo, principalmente carboidratos e sais.

As proteínas vegetais, disponibilizadas pelas leguminosas, cereais e oleaginosas, são consideradas uma alternativa no uso em alimentos. O concentrado de proteínas possui propriedades tecnológicas como: capacidade emulsificante, ação estabilizante de emulsões e capacidade de gelificação, que permitem sua utilização como adjuvantes na formulação e

estabilização de diversos alimentos. Além disso, ainda existe a possibilidade de comercialização do concentrado ou do isolado como produtos finais, diretamente ao consumidor, para incorporação em sucos e vitaminas (MOURE *et al.*, 2006).

### **3.4 Propriedades Funcionais Tecnológicas**

As propriedades funcionais tecnológicas se referem a qualquer propriedade física, química ou físico-química capaz de afetar as características sensoriais do alimento, além de desempenhar importante papel no comportamento de seus ingredientes durante o preparo, armazenamento e processamento (MOURE *et al.*, 2006). Algumas dessas propriedades resultam das interações dos aminoácidos que compõem as proteínas com a água.

Tais propriedades tecnológicas são utilizadas como critérios na aceitação das proteínas em sistemas alimentares (KAUR & SINGH, 2007). Cada proteína apresenta particularidade nas suas propriedades, pois são formadas pelas interações eletrostáticas, que influenciadas por forças iônicas são responsáveis por produzir proteínas com diferentes conformações estruturais e funcionais (LAWAL, 2006). Mudanças nessas conformações estruturais são as principais responsáveis por diferenças nas propriedades tecnológicas.

Essas propriedades são características proporcionadas pelas proteínas hidratadas responsáveis por variação de solubilidade, capacidade de absorção de água e óleo, capacidade emulsificante e formação de géis e espumas nos alimentos (SANTOS, 2009). Segundo Yu, Ahmedna e Goktepe (2007), conhecer essas propriedades é de extrema importância para a indústria, para o processamento e para formulação dos alimentos.

A solubilidade é a propriedade funcional mais relevante (YIN *et al.*, 2008), que em geral é influenciada por maior ou melhor afinidade das moléculas da proteína pelo solvente. Geralmente é caracterizada em termos de uma escala de hidrofobicidade, e resulta de propriedades dos grupos hidrofílicos (situados na superfície da molécula) e hidrofóbicos, encontrados no interior da estrutura proteica. Essa propriedade relaciona-se com o equilíbrio das interações proteína-proteína e proteína-soluto resultando na precipitação e hidratação da proteína, respectivamente (KARACA; LOW e NICKERSON, 2011).

O comportamento da solubilidade é um indicador do potencial da funcionalidade das proteínas nos alimentos, pois uma alta solubilidade em meio ácido conduz à utilização da proteína na fabricação de bebidas, enquanto uma alta solubilidade na região alcalina direciona a proteína para confecção de produtos de panificação. Muitas propriedades funcionais, como por exemplo, a emulsificação e espumação sofrem influência da solubilidade, com isso

proteínas de solubilidade mais elevada são necessárias ao desenvolvimento das demais propriedades (ISLAM; KHAN e KURODA, 2012).

Na propriedade de emulsificação, a solubilidade proteica desempenha importante papel, pois quando baixa é sugestivo a não utilização da proteína como agente emulsionante, já que pode gerar coalescência (MOURE *et al.*, 2006). Com isso a qualidade da proteína é mencionada seguindo como critério sua solubilidade, que ao ser realizada em diferentes índices de pH serve como indicador de desempenho dos coprodutos proteicos nos alimentos, como os concentrados proteicos (KAUR & SINGH, 2007).

A obtenção desses concentrados deve ocorrer em condições favoráveis de extração a fim de alcançar máxima solubilidade da proteína (PERICIN *et al.*, 2008). A elevada solubilidade geralmente é considerada um requisito para que a funcionalidade proteica atinja as expectativas nos alimentos (SCHWENZFEIER; WIERENGA e GRUPPEN, 2011).

A mínima solubilidade das proteínas é observada no ponto isoelétrico, já que o número de cargas negativas e positivas é igual, inexistindo carga resultante responsável pelo efeito de repulsão. Essa situação é conhecida como precipitação isoelétrica, pois ocorre a formação de agregados dependente da alteração no pH da solução, provocando redução da solubilidade (FRANCO & PESSÔA FILHO, 2011).

A capacidade de absorção de água pode ser definida como a quantidade de água capaz de ser absorvida pelo material proteico durante a confecção do alimento. Essas interações entre a proteína e a água são responsáveis pelas propriedades de molhabilidade, inchaço, solubilidade, emulsificação e formação de espuma desempenhada nos alimentos, além de conferir a conformação da proteína (MOURE *et al.*, 2006).

As proteínas interagem com a água através da formação de ligações, como as pontes de hidrogênio, ligações dipolo-dipolo ou cadeias laterais dos aminoácidos (interações com grupos ionizados). Dessa forma, quando há maior proporção de aminoácidos com cadeias laterais hidrofóbicas, a proteína apresenta menor capacidade de hidratação do que quando composta por aminoácidos de cadeias laterais hidrofílicas, capazes de formar mais facilmente ligações de hidrogênio (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005). Os principais fatores que afetam a capacidade de absorção de água de uma proteína incluem a estrutura e conformação proteica, pH, temperatura e composição aminoacídica (SILVA-SÁNCHEZ *et al.*, 2004).

A verificação da capacidade de absorção de água é importante na escolha da proteína ideal a participar de um processamento de alimento, pois quando essa capacidade é elevada torna o alimento frágil não sendo interessante para a indústria alimentícia (BOYE; ZARE e PLETCH, 2010). Com isso a capacidade de absorção de água pode ser útil à

identificação de concentrados proteicos e farinhas a serem incorporados nas formulações de cada alimento específico (SILVA-SÁNCHEZ *et al.*, 2004).

A capacidade de absorção de óleo é uma propriedade funcional tecnológica importante, pois a gordura atua como um retentor de sabor contribuindo para a palatabilidade do alimento na boca (EL NASRI & TINAY, 2007), o que torna as refeições mais prazerosas. Esse mecanismo de absorção de óleo é atribuído principalmente aos grupos hidrofóbicos expostos na molécula proteica (SILVA-SANCHEZ *et. al.* 2004), e depende do tamanho da partícula e da tensão superficial gerada. Mas alguns tratamentos são capazes de adequar essa propriedade ao sistema em que a proteína se encontra inserida (AIDER & BARBANA, 2011).

O aumento da capacidade de absorção de óleo está relacionado à desnaturação proteica, pois ela promove abertura da cadeia polipeptídica com exposição dos grupos 27 hidrofóbicos (KHATTAB & ARNTFIELD, 2009).

Essa propriedade é essencial à utilização de concentrados proteicos na formulação de alimentos, pois com elevada capacidade de absorção de óleo são favoráveis à produção de salsichas, massas de bolo, maioneses e molhos para salada (MARIOD; FATHY e ISMAIL, 2010).

A capacidade de emulsificação resulta da presença de dois líquidos um polar (hidrofílico) e um lipofílico, responsáveis pela instabilidade característica, os quais são separados por agentes emulsificantes que podem ser um sólido, líquido ou um líquido cristalino (AL-MALAH; AZZAM e OMARI, 2000). Podem ser classificadas como individuais como óleo/água (maionese), água/óleo (margarina), e múltiplas, água/óleo/água e óleo/água/óleo (NAZIR; SCHROEN e BOOM, 2010).

As emulsões são consideradas sistemas complexos que envolvem fenômenos físicos e químicos na formação, estabilidade e propriedades texturais dentro de um sistema no qual a proteína encontra-se na presença de gordura e água (AIDER & BARBANA, 2011). Nesse tipo de sistema as proteínas auxiliam a formação de pequenos glóbulos de óleo que ficam dispersos na fase aquosa impedindo mudança na estrutura proteica (LESTARI; MULDER e SANDERS, 2011).

Segundo Bouyer *et al.* (2012), a indústria de alimento tem obtido bons resultados na utilização de polímeros naturais, como as proteínas, na forma de agentes estabilizadores ou emulsionantes, na formulação de emulsões altamente estáveis, resultado do caráter anfótero na estrutura proteica.

A propriedade emulsificante das proteínas varia de acordo com a hidrofobicidade, massa molar, estabilidade de conformação e fatores físico-químicos como o pH, temperatura e



força iônica. Através dessa propriedade é determinado o tipo de emulsão a ser formada (MOURE *et al.*, 2006), permitindo uma seleção da proteína mais adequada a facilitar a formação e estabilização do óleo em água (GUZUN-COJOCARU *et al.*, 2010).

Segundo Amza *et al.* (2011) o tipo proteico possui maior influência na propriedade de emulsificação quando comparado a quantidade de proteína presente. As emulsões alimentícias são subdivididas em dois diferentes tipos que variam de acordo com sua utilização final. Algumas são utilizadas como produtos finais, exemplo do creme de café e licores de creme, as quais se mantêm estáveis durante toda produção e vida de prateleira do produto; enquanto outras são usadas como ingredientes na formação de produtos mais complexos, como os iogurtes que possuem gotículas de emulsão interagindo com os demais ingredientes (CHARCOSSET, 2009).

A molhabilidade é uma propriedade importante para avaliar a qualidade dos alimentos em pó instantâneos. Kirchberg *et al.* (2011) definem a molhabilidade como sendo a tendência de um líquido penetrar num sólido devido à ação de forças capilares. Essa propriedade pode ser definida também, como uma manifestação macroscópica das interações moleculares que ocorrem na interface entre um sólido e um líquido. A estimação precisa da molhabilidade de uma superfície é um parâmetro fundamental para compreender as interações do material com um meio líquido no qual esteja disperso.

A determinação instrumental da cor, na indústria de alimentos, fornece informações importantes sobre a qualidade, a aceitação e a vida-de-prateleira dos produtos. Em produtos alimentícios, este atributo é importante e pode ser percebido sensorialmente; contudo, o teste hedônico tem aplicação limitada. Portanto, gera-se a necessidade do emprego de técnicas analíticas para eliminar erros das variações do julgamento visual subjetivo (NEIRO *et al.*, 2013).

O estudo das proteínas e suas propriedades espumantes iniciou-se por volta de 1938, por Neurath e Bull. As proteínas apresentam capacidade espumante devido a sua característica anfifílica, ou seja, possuem zona hidrofóbica (apolar, que não tem interação com a água), e hidrofílica (polar, que tem afinidade com a água). Dessa forma, as proteínas têm capacidade de migrar espontaneamente à interface ar-água, formando uma película protetora na interface. Essa película, diferente de surfactantes de baixa massa molar como fosfolipídeos, é altamente viscoelástica e pode suportar choques mecânicos durante a manipulação e a estocagem (HALL, 1996).

As espumas estabilizadas por proteínas são criadas quando uma solução proteica é agitada, uma vez que a proteína tem capacidade de formar esta fina e resistente película na

interface gás-líquido, incorporando grande número de bolhas. Na formação da espuma, as proteínas rapidamente absorvem interfaces recém-formadas de ar-água, durante a qual há redução da tensão interfacial e alteração da viscosidade do produto. As etapas da formação da espuma são: formação da nata, floculação, coalescência e desproporção (DAMODARAN; PARKIN e FENNEMA, 2010).

## 4 METODOLOGIA

Os experimentos foram desenvolvidos nos laboratórios da instituição Embrapa Agroindústria Tropical e as análises foram finalizadas nos laboratórios de alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – *Campus* Teresina Central. Foi utilizada a torta parcialmente desengordurada obtida no processamento do óleo da amêndoa de castanha de caju, processo desenvolvido na Embrapa Agroindústria Tropical.

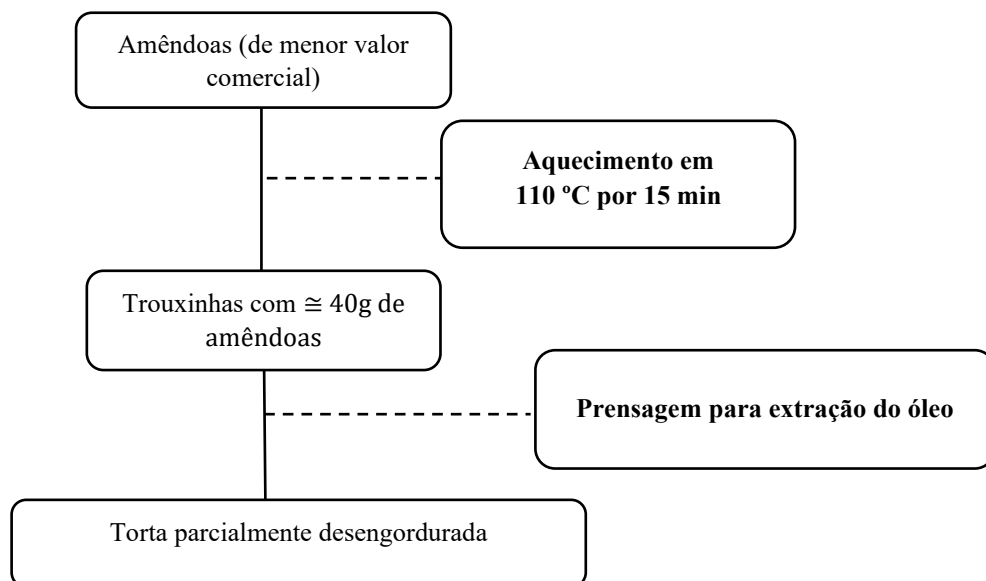
### 4.1 Matéria-Prima

As amêndoas foram obtidas de uma empresa processadora de castanhas de caju, localizada no município de Aquiraz – CE.

As amêndoas de castanha de caju foram de menor valor comercial e de classificação inferior (quebradas). As amêndoas de castanha de caju chegaram ao laboratório e passaram por aquecimento em estufa a 110 °C por 15 minutos, foram pesadas e moldadas em trouxinhas de 40 g e então foram prensadas para extração do óleo. O óleo da amêndoa foi extraído a partir de prensagem hidráulica, em temperatura ambiente, em um molde com capacidade de 40 g (LEAL *et al.*, 2020).

A partir da prensagem das amêndoas foi obtido a torta parcialmente desengordurada (TPD), Figura 1. A TPD foi utilizada como matéria-prima para obtenção do concentrado proteico, e foi analisada quanto à composição centesimal.

Figura 1- Fluxograma da obtenção da torta parcialmente desengordurada de amêndoa de castanha de caju, matéria-prima para a elaboração de concentrados proteicos



Fonte: Autores, 2021.

## 4.2 Composição Centesimal da Torta Parcialmente Desengordurada

A determinação de umidade foi realizada por perda por dessecação em estufa a 105 °C (AOAC, 2016). A determinação de cinza total foi realizada por calcinação em forno mufla, de acordo com AOAC (2016). A determinação dos teores de fibra dietética alimentar (frações insolúveis – FDI e frações solúveis – SDF) foi realizada de acordo com a AOAC (2010). A fibra alimentar total (TDF) foi determinada pela soma das frações insolúvel e solúvel, como preconiza o mesmo método. A determinação de lipídios foi realizada pelo método Am 5-04 da *American Oil Chemists' Society* (AOCS, 2005). A determinação de proteína foi realizada por combustão, segundo o método de DUMAS em equipamento Analizador de Nitrogênio/Proteína NDA 701 Dumas (VELP, 2019), utilizando EDTA como padrão (AOAC, 2016).

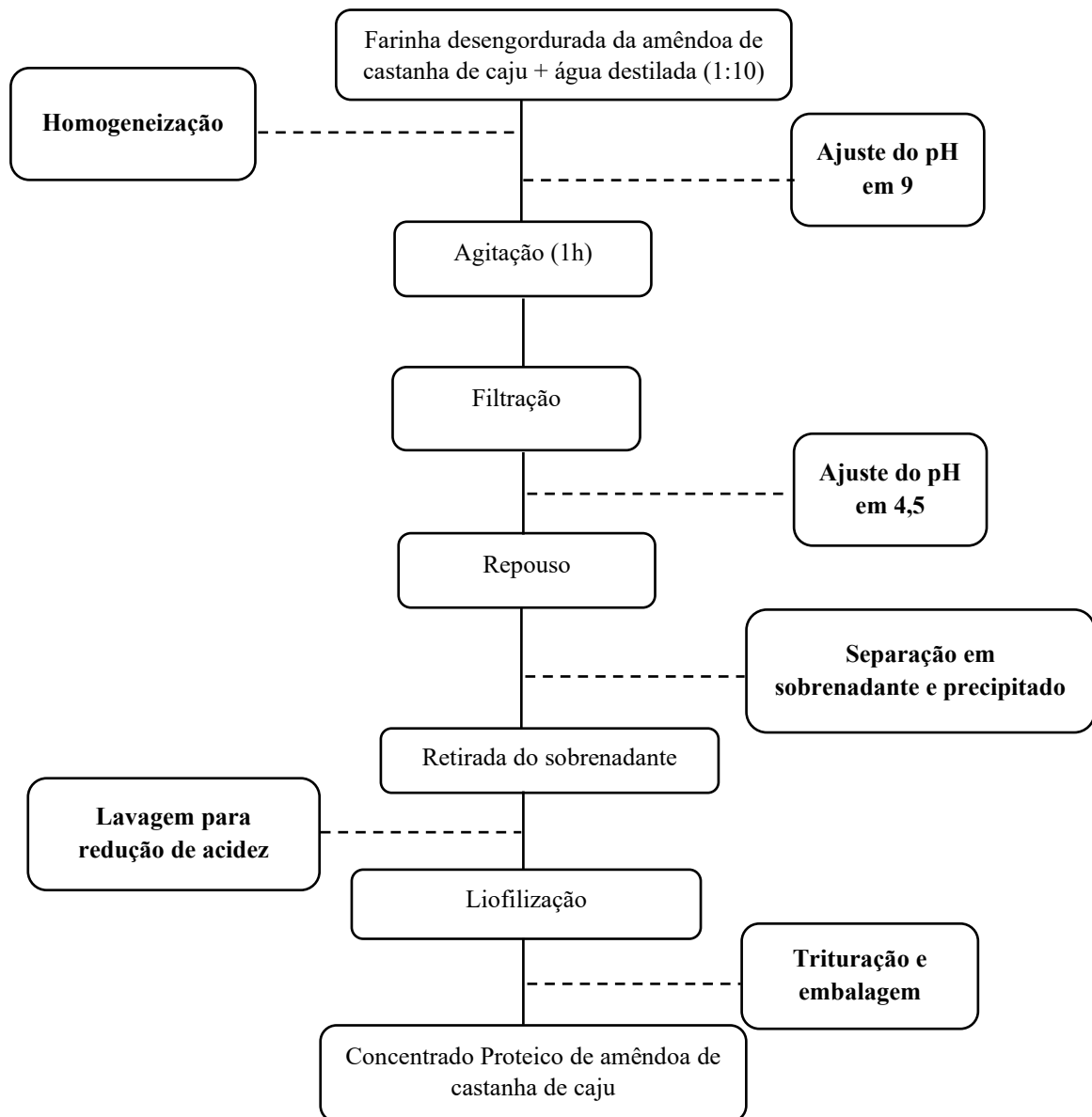
## 4.3 Concentrado Proteico

A torta parcialmente desengordurada foi triturada em moinho e passou pelo aparelho de extração *Soxhlet*, com solvente hexano por 4 horas de extração, para a total remoção do óleo, e se tornou uma farinha desengordurada.

A obtenção do concentrado proteico seguiu a metodologia de Ogunwolu *et al.* (2010), utilizando a farinha desengordurada. Inicialmente pesou-se essa farinha e realizou-se a homogeneização com água destilada na relação de 1:10 (p/v), posteriormente, utilizando hidróxido de sódio (NaOH), o pH foi ajustado em 9, e foi agitado durante 1 hora em temperatura ambiente. Em seguida, foi filtrado em algodão, e o material filtrado teve seu pH ajustado em 4,5 com ácido clorídrico (HCl) e deixado em repouso, até a separação em 2 fases. Após o repouso, o material se dividiu em 2 fases: sobrenadante e precipitado, a parte sobrenadante (parte líquida) foi removida com o auxílio de pipetas e descartada, então foi adicionado água destilada ao precipitado com o intuito de lavar o material e amenizar a acidez, o excesso de água foi removida com o auxílio das pipetas.

O material precipitado passou pelo processo de liofilização, para obtenção do concentrado proteico, o concentrado liofilizado foi triturado em moinho e acondicionado em embalagem plástica, sob vácuo, e armazenada sob congelamento (-5 °C), Figura 2. Foi determinado o teor de proteína bruta do concentrado proteico a partir do método de Micro-Kjeldahl (AOAC, 2005).

Figura 2- Fluxograma da obtenção do concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju



Fonte: Autores, 2023.

#### 4.4 Aspectos Funcionais Tecnológicos do Concentrado Proteico

##### 4.4.1 Atividade Emulsificante e Estabilidade da Emulsão

A atividade emulsificante (AE) do concentrado proteico foi determinada pelo método de Yasumatsu *et al.* (1972) e modificações de Kaur *et al.* (2015). A emulsão (3 g de amostra, 30 mL de água destilada, 30 mL de óleo de soja) foi preparada em um béquer de 100 mL e misturado com mixer por 1 minuto, então foi dividido em tubos de centrífuga graduados. A emulsão foi centrifugada a 3000 rpm por 5 minutos. A atividade emulsificante foi calculada de acordo com a equação (1), abaixo:

$$\%AE = \text{Volume da emulsão} / \text{Volume Total} \times 100 \quad (1)$$

A estabilidade da emulsão (EE) foi avaliada com um método semelhante ao método da atividade emulsificante (ALPIZAR-REYES *et al.*, 2017). Após a homogeneização das emulsões, elas foram aquecidas em banho-maria a 80 °C por 30 minutos, e posteriormente resfriadas até a temperatura ambiente (25 ± 2 °C), e centrifugadas por 10 minutos a 3000 rpm. A camada emulsionada foi medida e a estabilidade da emulsão calculada usando a seguinte equação (2):

$$\%EE = \text{Volume final} - \text{Volume inicial} / \text{Volume Inicial da Emulsão} \times 100 \quad (2)$$

#### 4.4.2 Capacidade de Absorção de Água e Capacidade de Absorção de Óleo

A Capacidade de Absorção de Água (CAA) foi medida pelo método de centrifugação relatado por Kaur & Singh (2005) e por Du *et al.* (2014). Para a absorção de água, 3,0 g de amostra foram dissolvidas em 25 mL de água destilada e colocada em tubos de centrífuga pré-pesados de 50 mL. As misturas foram agitadas em intervalos de 5 minutos e mantidas por 30 minutos, seguidas de centrifugação por 30 minutos a 3000 rpm. O sobrenadante foi decantado, o excesso de umidade foi removido por drenagem por 25 minutos a 50 °C e a amostra foi novamente pesada.

Para a Capacidade de Absorção de Óleo (CAO), o método de Kaur & Singh (2005) e modificações de Du *et al.* (2014) foram usados 2,5 g de amostra e foram misturadas com 30 mL de óleo de soja em tubos de centrífuga pré-pesados e agitados por 1 minuto. Após um período de espera de 30 minutos, os tubos foram centrifugados a 3000 rpm por 30 minutos. O óleo foi então removido com uma pipeta quando formou uma camada separada, os tubos foram invertidos por 25 minutos para drenar o óleo antes da repesagem. Foram realizadas determinações em triplicata e as capacidades de absorção de água e óleo foram expressas em gramas de água ou óleo ligado por grama de amostra em base seca. A CAA e a CAO foram calculados usando as equações (3) e (4):

$$CAA = \text{Peso do sedimento (g)} / \text{Peso da amostra (g)} \quad (3)$$

$$CAO = \text{Peso do óleo absorvido (g)} / \text{Peso da amostra (g)} \quad (4)$$

#### 4.4.3 Capacidade de Formação e Estabilidade da Espuma

A capacidade de formação de Espuma (CFE) foi determinada pelo método de Kaur & Singh (2005) com modificações de Bala *et al.* (2020). Em um béquer de 250 mL foi retirado

1 g de amostra de concentrado e a ele foi adicionado 50 mL de água destilada. O conteúdo foi agitado por 1 minuto usando mixer doméstico. Imediatamente o conteúdo foi transferido para uma proveta graduada de 100 mL. O volume final da espuma (mL) foi anotado e a capacidade espumante do concentrado foi calculada de acordo com a equação (5), abaixo:

$$\%CFE = \text{Volume final} - \text{Volume inicial} / \text{Volume Inicial} \times 100 \quad (5)$$

A estabilidade de formação de espuma (EFE) foi determinada medindo-se a diminuição do volume de espuma (mL), após cada 10 minutos por 1 hora. Sendo calculada de acordo com a fórmula (6), abaixo:

$$\%EFE = \text{Volume da espuma após 1 hora} / \text{Volume da espuma inicial} \times 100 \quad (6)$$

#### **4.4.4 Capacidade de Formação de Gel**

A capacidade de formação de gel (CFG) foi determinada pelo método descrito por Coffman & Garcia (1977) com modificações de Kaur *et al.* (2015). As dispersões de concentrado de 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20 e 30 g/100 mL (p/v), respectivamente, foram preparadas em 5 mL de água destilada em tubos de ensaio, que foram aquecidos a 90 °C por 1 hora em banho-maria. As dispersões aquecidas foram resfriadas à temperatura ambiente e então refrigeradas a 10 ± 2 °C por 2 horas. Em seguida os tubos foram invertidos e analisados quanto à formação de gel (Ausência de gelificação –; Gel frágil ±; Gel resistente +).

#### **4.4.5 Determinação de Cor**

A cor foi determinada utilizando o colorímetro Konica Minolta® CR-400 (Osaka, Japão), com uma área de medição de 8 mm e geometrias d/0°, ângulo de visão de 10° e iluminante padrão D65, segundo o método nº 14-22 (AACC, 2010) e os resultados expressos no sistema CIE (L\*, a\*, b\*) (*Commission Internationale de l'Eclairage*) utilizando os seguintes parâmetros: L\*, a\*, b\* (L\* = luminosidade; a\* positivo = tonalidade vermelha e a\* negativo = tonalidade verde; b\* positivo = tonalidade amarela; b\* negativo = tonalidade azul).

#### **4.4.6 Densidade**

A densidade aparente foi determinada de acordo com o descrito por Du *et al.* (2014) e Kaur *et al.* (2015). 10 g de amostra foram suavemente preenchidas em proveta graduada de 50 mL, previamente tarada. O fundo do cilindro foi suavemente batido em uma bancada de laboratório várias vezes até que não houvesse mais diminuição do nível da amostra após o enchimento. A densidade aparente foi calculada como o peso da amostra por unidade de volume

da amostra (g/mL). As medições foram feitas em triplicata.

#### **4.4.7 Molhabilidade**

A molhabilidade foi determinada conforme descrito por Duarte *et al.* (2017). Foi separado 1 g de amostra, quantidade que foi submetida a uma queda em béquer de 150 mL contendo 100 mL de água destilada, sem agitação e em bancada plana. Foi utilizado um cronômetro para determinar o tempo (em minutos) necessário para a imersão completa (100%).

#### **4.4.8 Solubilidade em Água**

O índice de solubilidade em água (ISA) do concentrado foi determinado por referência ao método relatado por Kaur e Singh (2005) e modificação de Du *et al.* (2014). 2,5 g de amostra foram dissolvidas em 30 mL de água destilada e aquecidas em banho-maria a 70 °C por 30 minutos. Em seguida, a amostra aquecida foi resfriada à temperatura ambiente, transferida para tubos de centrifuga pré-pesados e centrifugada a 3000 rpm por 20 minutos. O líquido sobrenadante foi decantado em uma placa de petri previamente tarada em estufa a 105 °C até peso constante. A solubilidade foi calculada usando a equação (7):

$$ISA = \text{Peso dos sólidos no sobrenadante (g)} / \text{Peso da amostra (g)} \times 100 \quad (7)$$

#### **4.5 Perfil Mineral**

Foram pesadas 0,2 g da amostra em tubo de digestão e adicionados 5 mL da solução digestora (solução nitro-perclórica, 2:1). Os tubos foram colocados em bloco digestor por cerca de 2 horas até atingir 200 °C. Após a digestão, os extratos apresentaram-se transparentes e límpidos e com um volume aproximado de 2 mL. Segue, para cada mineral analisado, a metodologia utilizada:

- a) Fósforo (P) – foi realizada por colorimetria, segundo método descrito por Silva & Queiroz (2002);
- b) Potássio (K) – Após a etapa da digestão, o extrato foi avolumado com água destilada até 20 mL. Ocorreu a homogeneização, foi realizada a retirada de 2 mL de extrato e transferida para tubo de ensaio com 2 mL de água destilada, a leitura foi realizada diretamente em espectrofotômetro de chama, marca Micronal, modelo 906 AA;
- c) Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) – Após a etapa da digestão, o extrato foi avolumado com água destilada até 20 mL e homogeneizado. Foi aliquoteado 800



$\mu\text{L}$  do extrato e transferido para um tubo de ensaio, onde foram adicionados 7 mL de lantânio e 6,2 mL de água destilada, depois foi homogeneizado e a leitura foi prosseguida no espectro de absorvância atômica, marca GBC, modelo B462, selecionando previamente o elemento a ser analisado no *software* do equipamento;

- d) Ferro (Fe), Zinco (Zn), Manganês (Mn) – Após a etapa da digestão, o extrato foi avolumado com água destilada até 20 mL. Em seguida foi homogeneizado e a leitura foi feita no espectrofotômetro de absorção atômica, marca GBC, modelo B462, selecionando previamente o comprimento de onda específico de cada elemento a ser analisado no *software* do equipamento.

#### **4.6 Toxicidade *Artemia Salina***

Para realizar o ensaio de toxicidade, foi preparada água marinha artificial (NaCl 77,23%, MgSO<sub>4</sub> 9,62%, MgCl 7,13%, CaCl<sub>2</sub> 3,32%, KCl 2,11% e NaHCO<sub>3</sub> 0,59%), que foi utilizada como meio para eclosão dos ovos latentes. Os ovos de *A. Salina* foram eclodidos e após 48 horas, os náuplios foram coletados para o bioensaio usando a característica de fototropismo positivo dos microcrustáceos. As diluições das amostras e do teste em branco foram realizadas em água marinha artificial (MEYER *et al.*, 1982; MCLAUGHLIN, 1991).

Os extratos foram diluídos em concentrações seriadas e testados em triplicata, sendo adicionados 10 náuplios em cada tubo. Após 24 horas de exposição, foi realizado a contagem do número de náuplios sobreviventes. Foram observados próximos a uma fonte luminosa e considerados vivos todos aqueles que apresentaram qualquer tipo de movimento quando submetidos a uma leve agitação. Para o teste de toxicidade, após 24 horas de exposição, os náuplios vivos e mortos foram contabilizados.

#### **4.7 Análise de Fenólicos Totais**

Para o preparo, os extratos acetônico, etanólico e aquoso foram obtidos pelo método de extração sequencial, a partir de 5 g de amostra para 50 mL do solvente na proporção de 1:10 (amostra:solvente). As amostras foram submetidas a agitação contínua em mesa agitadora orbital de bancada a uma velocidade de 9 rpm, durante 30 minutos, sendo, em seguida, submetidas a agitação em aparelho de ultrassom, a uma frequência de 37 kHz, durante 30 minutos e depois submetidas à filtração com uso de papel filtro Whatman nº 4 e auxílio de uma bomba a vácuo. Os extratos obtidos foram armazenados em frasco de vidro âmbar e estocados sob refrigeração para posterior análise de fenólicos e antioxidante.

A determinação do teor de fenólicos totais seguiu a metodologia descrita por Swain & Hills (1958). Inicialmente as amostras foram solubilizadas em água destilada. Das soluções preparadas foram retirados uma alíquota de 0,5 mL e transferidos para tubos de ensaio, adicionando 8 mL de água destilada e 0,5 mL do reagente *Folin Ciocalteau* 20% (v:v). Em seguida, a solução foi homogeneizada em agitador tipo *vortex*, após 3 minutos, acrescentado 1 mL de solução de carbonato de sódio (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) a 20% (m:v) e após 1 hora em banho-maria a 37 °C foram realizadas as leituras das densidades óticas em espectrofotômetro à 720 nm. Foi utilizado como padrão de referência o ácido gálico marca Sigma®, para construção da curva de calibração. A partir da equação da reta obtida na curva de calibração, foi realizado o cálculo do teor de fenólicos totais, expresso em mg EAG (equivalente ao ácido gálico) / g de amostra.

#### 4.8 Atividade Antioxidante pelo Método DPPH

Para realização das análises, foi adicionado 1,5 mL da solução etanólica do radical DPPH<sup>\*</sup> (2,2-difenil-1-picrilhidrazil) (6x10<sup>-5</sup>M) e uma alíquota de 0,5 mL da amostra contendo diferentes concentrações do extrato acetônico. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro a 517 nm, após 30 minutos do início da reação. As determinações foram feitas em triplicata acompanhada de um controle negativo (sem antioxidante) e dois controles positivos (padrões: ácido ascórbico e Trolox®, natural e sintético respectivamente). A queda na leitura da densidade ótica das amostras foi correlacionada com o controle (somente o radical), estabelecendo-se a porcentagem de descoloração do radical DPPH<sup>\*</sup>, sendo a concentração eficaz para inibir 50% do radical DPPH<sup>\*</sup> (CE<sub>50</sub>), conforme a fórmula (8) (BRAND-WILLIAMS *et al.*, 1995; VIEIRA *et al.*, 2011).

$$\% \text{ de inibição do DPPH} = [(Abs \text{ controle} - Abs \text{ amostra}) / Abs \text{ controle}] \times 100 \quad (8)$$

Onde: ABS = absorbância

#### 4.9 Análise Sensorial

O concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju foi avaliado sensorialmente (avaliação olfativa e visual) comparando com os principais produtos disponíveis no mercado, sendo eles os concentrados proteicos de arroz, ervilha e soja. Os testes foram aprovados no Comitê de Ética da Universidade Federal do Ceará, sob o parecer de nº 4.729.905, de acordo com a resolução nº 466/2012, de estudos com humanos (BRASIL, 2012). Para a realização da avaliação sensorial, os avaliadores assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido -

TCLE, concordando em participar como voluntário da pesquisa (Apêndice A), em duas vias, ficando uma com o pesquisador responsável e outra com o voluntário que participou da pesquisa.

A análise sensorial foi aplicada de acordo com o proposto pela metodologia descrita por Dutcosky (2013). Com o teste da escala hedônica, o indivíduo expressa o grau de gostar ou de desgostar de um determinado produto, de forma globalizada ou em relação a um atributo específico. Foram avaliados os atributos: aparência, aroma e impressão geral, utilizando-se escala de 9 pontos, que contêm os termos definidos situados, entre “gostei muitíssimo” e “desgostei muitíssimo” e um ponto intermediário com o termo “nem gostei e nem desgostei”. As amostras codificadas com algarismos de três dígitos e aleatorizadas foram apresentadas aos julgadores em embalagens de acrílico descartáveis, com 5 g das amostras de cada concentrado proteico (amêndoa de castanha de caju, arroz, ervilha e soja). Foram analisados os dados de 120 provadores não treinados, de ambos os sexos, com faixa etária entre 18 e 65 anos e que tivessem afinidade pelos ingredientes utilizados no desenvolvimento dos produtos.

Para a Preferência em relação a aparência, aroma e impressão geral, foi pedido aos avaliadores que fizessem uma ordenação do que mais gostou ao que menos gostou em relação aos concentrados avaliados. Por meio das escalas de atitude ou de intenção, o indivíduo expressa sua vontade em consumir, adquirir ou comprar um produto que lhe é oferecido. Foi utilizada a escala estruturada de 5 pontos. Os termos definidos se situam, entre “certamente compraria” a “certamente não compraria” e, no ponto intermediário “tenho dúvida se compraria”. O Apêndice B mostra a ficha da análise sensorial utilizada. O índice de aceitabilidade para cada tratamento foi determinado utilizando a equação (9):

$$IA (\%) = A \times 100 / B \quad (9)$$

Onde: A é a nota média obtida para o produto e B é a nota máxima na escala

#### **4.10 Análise Estatística**

Os resultados das propriedades funcionais tecnológicas e composição centesimal foram analisados por meio da estatística descritiva básica, média e desvio padrão. Os dados da análise sensorial foram analisados por meio da estatística descritiva básica, média e desvio padrão e submetidos à análise de variância pelo teste de Tukey adotando-se o nível de significância de 5%, realizado no programa MiniTab 19.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Torta Parcialmente Desengordurada de Amêndoa de Castanha de Caju

A torta parcialmente desengordurada (TPD) da amêndoa de castanha de caju é o coproduto sólido do processo de extração do óleo por prensagem, o qual ainda apresenta teores de lipídios, e elevada concentração de proteínas e outros nutrientes. Esse material, utilizado como matéria-prima na obtenção de concentrados proteicos, foi analisado quanto a composição centesimal e os resultados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1- Valores médios e desvio padrão da composição centesimal da torta parcialmente desengordurada de amêndoa de castanha de caju

Parâmetro	Torta Parcialmente Desengordurada da amêndoa de castanha de caju
	Média ± Desvio Padrão
Umidade (%)	2,43 ± 0,08
Cinzas (%)	3,32 ± 0,02
Lipídios (%)	32,0 ± 0,23
Proteína bruta (%)	27,08 ± 0,32
Fibra dietética alimentar insolúvel (%)	11,36 ± 0,59
Fibra dietética alimentar solúvel (%)	2,37 ± 0,26
Fibra dietética alimentar total (%)	13,73 ± 0,85

Fonte: Autores, 2023.

Os resultados da composição centesimal da Torta Parcialmente Desengordurada demonstram que o componente em maior quantidade ainda é a parte lipídica, seguida pela parte proteica. O teor de umidade da torta parcialmente desengordurada de amêndoa de castanha de caju (2,43%) foi superior ao obtido por Souza *et al.* (2020) que analisaram a torta parcialmente desengordurada de amêndoas de cupuaçu (1,57%) e inferior ao teor de umidade obtido por Kato *et al.* (2016) onde caracterizaram a torta parcialmente desengordurada de castanha-do-Brasil (5,04%). A redução da umidade observada na TPD deve-se ao fato de que as amêndoas passaram por secagem em estufa antes da prensagem, e além disso, os resultados foram baseados em matéria seca.

A TPD apresentou teor de cinzas de 3,32%, esse componente merece destaque, pois indica que o teor de cinzas deste material pode ser utilizado como fonte importante de minerais para o organismo humano, como cálcio, magnésio, potássio, fósforo, ferro, zinco etc.

Os teores de lipídios (32,0%) e fibras totais (13,73%) encontrados neste trabalho foram inferiores aos valores encontrados por Souza *et al.* (2020) (lipídios 46,71% e fibras 32,16%) em torta de amêndoas de cupuaçu parcialmente desengorduradas e superiores aos encontrados na torta de castanha-do-Brasil por Kato *et al.* (2016) (lipídios 27,42% e fibras

13%). A fibra alimentar é um macronutriente funcional encontrado na TPD que apresentou valor bastante significativo, com média de 13,73% para fibra dietética alimentar total, classificando-a, com base na Portaria nº 27 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 1998), como um produto com alto teor em fibras.

O teor de proteínas foi de 27,08%, esse valor é de grande relevância do ponto de vista nutricional, indicando que o método de desengorduramento por prensagem proporciona uma concentração no teor de proteína das tortas. Valor semelhante foi encontrado em castanha-do-Brasil (27,12%) por Kato *et al.* (2016). Comparando-se com outras matérias-primas, o teor de proteína foi maior do que em amêndoas de baru integral que apresentaram 20% (FREITAS *et al.*, 2012). Durante a prensagem, houve extração da gordura e isso promoveu a concentração do teor de proteínas na torta. Ainda que os resultados da composição química sejam representados em 100 g entende-se que a porção de proteínas é muito importante para a composição de uma dieta saudável.

## 5.2 Concentrado Proteico de Amêndoa de Castanha de Caju

A Torta Parcialmente Desengordurada e o concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju foram caracterizados quanto ao teor de proteínas. Os teores proteicos da TPD e do concentrado proteico estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2- Teor proteico da TPD e do concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju

Amostra	Teor de proteínas (%)
	Média ± Desvio Padrão
Torta Parcialmente Desengordurada	27,08 ± 0,32
Concentrado Proteico	57,96 ± 0,33

Fonte: Autores, 2023. Resultados expressos em média e desvio padrão.

O resultado do teor proteico total do concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju foi 57,96% de proteína em base seca, apresentando mais que o dobro do valor proteico da TPD. Embora não haja limites mínimos específicos para concentrados de proteína de amêndoa de castanha de caju na legislação brasileira, a legislação contempla um teor mínimo para produtos proteicos em geral, segundo a Resolução nº 268, de 22 de setembro de 2005 (BRASIL, 2005), produtos proteicos devem conter no mínimo 40% de proteína em base seca. Desta forma, o concentrado proteico obtido apresenta valor superior ao determinado como mínimo pela legislação.

Cunha *et al.* (2021) ao avaliarem a composição centesimal de um produto proteico a partir de amêndoas do bacuri, pelo processo de liofilização, constataram que o produto obtido possuía elevado teor proteico (51,39%), valor aproximado ao encontrado nesta pesquisa. Valor

semelhante também foi obtido por Lima *et al.* (2021), que desenvolveram um concentrado proteico de amêndoa de caju, através do método isoelétrico de precipitação, com teor proteico de 58,6%.

Ogunwolu *et al.* (2010) desenvolveram concentrado proteico de amêndoas da castanha de caju utilizando dois pHs de precipitação, 3,5 e 4,5, e resultaram em concentrados e isolados proteicos com o teor de proteínas variando de 44,4% a 99,8%. Mune *et al.* (2014) informaram que os parâmetros mais influentes que afetam o teor de proteínas e o rendimento proteico na produção de concentrado proteico de feijão-caupi são: pH e força iônica entre as moléculas de proteína.

### 5.3 Propriedades Funcionais Tecnológicas

#### 5.3.1 Atividade Emulsificante e Estabilidade da Emulsão

O concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju foi analisado quanto a sua atividade emulsificante e estabilidade de emulsão e os resultados estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3- Resultados da atividade e estabilidade da emulsão do concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju

Amostra	Atividade emulsificante (%)	Estabilidade da emulsão (%)
Concentrado Proteico de amêndoa de castanha de caju	17,65 ± 0,35	80,0 ± 0,00

Fonte: Autores, 2023. Resultados expressos em média e desvio padrão.

A Atividade Emulsificante mede a capacidade da proteína de formar emulsões, enquanto a Estabilidade da Emulsão mede a capacidade da proteína de formar uma emulsão estável dentro de um período de tempo. O resultado em relação à Atividade Emulsificante do concentrado proteico foi 17,65%. Ogunwolu *et al.* (2010) desenvolveram isolado e concentrado proteico de amêndoas da castanha de caju utilizando dois pHs de precipitação, 3,5 e 4,5 e os resultados da Atividade Emulsificante variaram entre 12,5 e 24,6%.

Kinsella, Damodaran e German (1985) afirmaram que a capacidade emulsificante das proteínas tende a diminuir à medida que a concentração de proteína aumenta, em baixa concentração de proteína, a adsorção de proteína na interface óleo-água é controlada por difusão, uma vez que ela se espalhará pela superfície antes de ser adsorvida. Em alta concentração de proteína, a barreira de energia de ativação não permite que a migração de proteína ocorra de maneira dependente da difusão. No desenvolvimento de produtos com

alegação de propriedades funcionais de diversas fontes, a aplicação de concentrados proteicos em produtos análogos aos cárneos e *plant-based* tem a tendência de se tornar habitual e, neste caso, deseja-se que o concentrado contribua para a formação da emulsão do produto final (CASTILHO *et al.*, 2010). Produtos com baixa atividade emulsificante como o concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju é de interesse comercial para esta aplicação.

Para a Estabilidade da Emulsão, o valor médio obtido para o concentrado proteico foi de 80,0%. Santana, Oliveira Filho e Egea (2017), analisaram diversas farinhas vegetais comerciais e obtiveram valores superiores na linhaça marrom (93,75%), linhaça dourada (90,19%), feijão-branco (89,30%) e soja (93,75%) e inferiores na aveia (9,11%), quinoa (29,30%) e uva (50,0%) se comparado ao concentrado proteico obtido nesta pesquisa. Segundo Latorres *et al.* (2018), o pH também afeta as propriedades emulsionantes, alterando a hidrofobicidade da superfície da proteína e a camada protetora que envolve os glóbulos lipídicos, influenciando na estabilidade.

### 5.3.2 Capacidade de Absorção de Água e Capacidade de Absorção de Óleo

Foram realizadas análises de capacidade de absorção de água e capacidade de absorção de óleo no concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju e os resultados estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4- Resultados da capacidade de absorção de água e de óleo do concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju

Amostra	Capacidade de Absorção de água (g/g)	Capacidade de Absorção de óleo (g/g)
Concentrado Proteico de amêndoa de castanha de caju	2,95 ± 0,09	1,10 ± 0,06

Fonte: Autores, 2023. Resultados expressos em média e desvio padrão.

A capacidade de absorção de água das proteínas pode ser influenciada por diferentes parâmetros, como forma, fatores estéricos, características conformacionais, fator hidrofílico-hidrofóbico, equilíbrio de aminoácidos nas moléculas de proteína, bem como os componentes da matriz alimentar como lipídios e carboidratos (ADIAMO *et al.*, 2015). A CAA também depende da disponibilidade de grupos hidrofílicos na estrutura proteica e também da presença de macromoléculas que podem formar géis, como o amido (WANG *et al.*, 2006), então a Capacidade de Absorção de Água encontrada no concentrado (2,95 g/g), pode estar relacionada a presença de carboidratos contidos nesta amostra, como alguns polissacarídeos e fibras alimentares que possuem grande afinidade pela água (ELLEUCH *et al.*, 2011).

Lima *et al.* (2021) e Ogunwolu *et al.* (2009), analisaram a Capacidade de Absorção de Água em concentrado proteico de amêndoa de caju e obtiveram valores médios inferiores ao obtido nesta pesquisa, 1,85 g/g e 1,74 g/g respectivamente. O concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju teve resultado semelhante ao de Lima *et al.* (2016) (2,58 g/g), que analisaram concentrado proteico de soja.

Cavalcanti, Bora e Carvajal (2009) relataram a importância da CAA que as proteínas ou alimentos proteicos possuem, estes índices influenciam diretamente a estabilidade da emulsão, pela interação da interface água-proteína-óleo. Além disso, a relação de afinidade entre proteína e a água está diretamente ligada à textura, viscosidade e geleificação, assim, é possível perceber que a CAA é uma propriedade muito importante nas proteínas, principalmente vegetais, pois a retenção de água é um fator considerável na produção de alimentos viscosos.

A Capacidade de Absorção de Óleo é conferida, principalmente, à ligação de partes proteicas da amostra às moléculas do óleo. Altos índices de absorção em óleo determinam se o produto desenvolvido poderá ser utilizado em produtos emulsionados como massas de bolos, maionese ou molhos para saladas, sopas, queijos processados e extensores de carne (PORTE *et al.*, 2011).

De acordo com Rodriguez-Ambriz *et al.* (2005) esta característica melhora a palatabilidade do alimento por conferir propriedades adequadas de consistência, viscosidade e adesão, melhorando a qualidade da textura e facilitando seu uso como ingrediente análogo ou substituto em formulações alimentares. O resultado da Capacidade de Absorção de Óleo (1,10 g/g) foi semelhante aos valores observados por Lima *et al.* (2016) para a proteína de soja (1,19 g/g) e por Glória & Regitano-d'Arce (2000) em concentrado de castanha-do-Brasil (1,45 g/g). A CAO encontrada por Ogunwolu *et al.* (2010) em isolado e concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju utilizando dois pHs de precipitação, 3,5 e 4,5 variaram entre 2,05 e 4,42 g/g, valores superiores se comparado ao resultado desta pesquisa.

Campell, Shih e Marshall (1992) analisaram produtos vegetais de proteína de girassol e soja e relataram que a Capacidade de Absorção de Óleo aumenta à medida que o teor de proteína aumenta. Tais características são importantes para a introdução do material analisado em novos alimentos, pois influenciam nas características finais do produto.

### **5.3.3 Capacidade de Formação e Estabilidade da Espuma**

A capacidade de formação de espuma e a estabilidade da espuma foram analisadas no concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju e os resultados estão apresentados na Tabela 5 e na Figura 3.

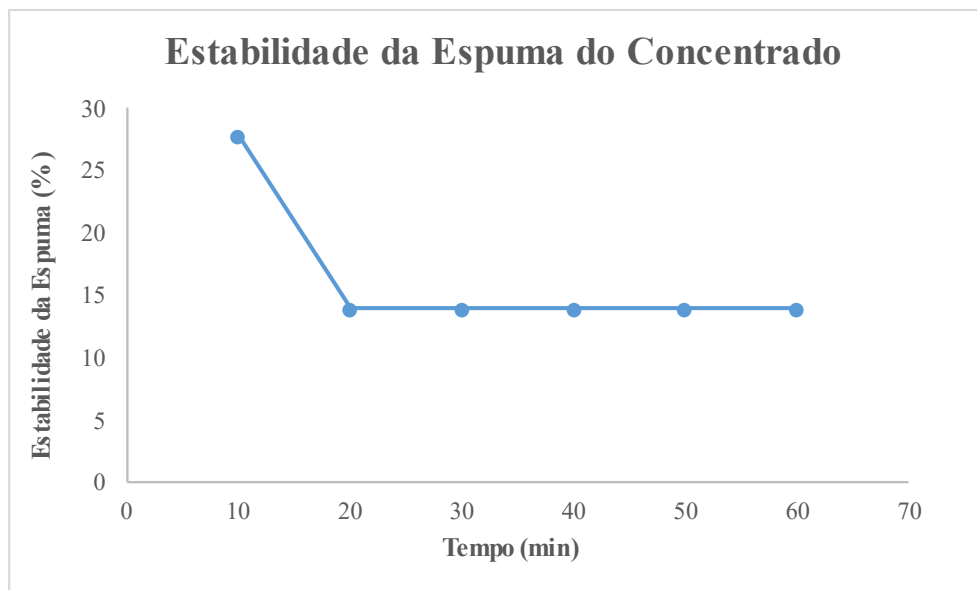


Tabela 5- Resultados da capacidade de formação e estabilidade da espuma do concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju

Amostra	Capacidade de Formação de Espuma (%)	Estabilidade da Espuma (%)
Concentrado Proteico de amêndoa de castanha de caju	7,33 ± 1,15	13,89 ± 2,40

Fonte: Autores, 2023. Resultados expressos em média e desvio padrão.

Figura 3- Resultado da estabilidade da espuma do concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju



Fonte: Autores, 2023.

As propriedades de formação de espuma são importantes na indústria de alimentos. Geralmente, a Capacidade de Formação de Espuma depende da solubilidade e hidrofobicidade da proteína, enquanto a Estabilidade da Espuma depende da concentração de proteína, hidratação e interações moleculares (SHENG *et al.*, 2018). A Capacidade de Formação de Espuma do concentrado proteico foi de 7,33% e a Estabilidade da Espuma foi 13,89%. A espuma formada pelo concentrado proteico teve um volume considerável nos 10 minutos iniciais, a partir de 20 minutos a estabilidade da espuma se tornou constante em 13,89%.

A propriedade de formar espumas pelas proteínas refere-se à formação de uma película entre gás e líquido, que consiste em uma fase contínua, também chamada de fase aquosa e uma fase dispersa, o ar. A concentração proteica influencia diretamente na formação de espuma, pois quanto maior a concentração de proteínas presente em uma amostra, mais firme e estável será a espuma. A presença de açúcares, sais e lipídios pode prejudicar a formação da espuma, pois aumenta a estabilidade da estrutura proteica, diminuindo a capacidade de se

desdobrar para haver a adsorção da interface ar-água (DAMODARAN; PARKIN e FENNEMA, 2010).

Concentrados e isolados proteicos podem se comportar de diferentes formas dependendo de cada tipo de matéria-prima. Como por exemplo, o isolado proteico de castanha-do-Pará possui 170% de Capacidade de Formação de Espuma e o concentrado possui apenas 9% (GLÓRIA & REGITANO D'ARCE, 2000), o isolado proteico de arroz não há formação de espuma (LATORRES *et al.*, 2014). Na pesquisa de Ogunwolu *et al.* (2009), com concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju, foi relatado que no pH próximo a 4, as proteínas presentes no concentrado e no isolado tiveram menor capacidade de formação de espuma devido à sua baixa solubilidade em água, a capacidade de formação de espuma próxima ao pH 4 do concentrado foi menor que 10%, enquanto o isolado proteico apresentou próximo a 20% no tempo zero.

### 5.3.4 Capacidade de Formação de Gel

A capacidade de formação de gel foi verificada no concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju e os resultados estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6- Resultados da capacidade de formação de gel do concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju

Amostra	Porcentagem de concentrado (%)	Formação do Gel
Concentrado Proteico de amêndoa de castanha de caju	2	-
	4	-
	6	-
	8	-
	10	±
	12	±
	14	±
	16	±
	18	±
	20	±
	30	+

Fonte: Autores, 2023. Legenda: -: Indica a não formação de gel. Ocorre escoamento de água e de material. ±: Indica formação de gel fraco. Ocorre escoamento de matéria viscosa. +: Indica formação de gel. Não ocorre o escoamento de matéria. Material coeso e resistente a queda.

A Tabela 6 apresenta a Capacidade de Formação de Gel do concentrado proteico na concentração entre 2 e 30%, foi utilizada uma medida da quantidade mínima de concentrado proteico para formar um gel em um determinado volume de água (BATISTA *et al.*, 2010). O concentrado proteico formou gel fraco a partir da concentração 10%, e formou gel na concentração de 30%.

Os resultados da capacidade gelificante do concentrado proteico foram superiores aos de Santana, Oliveira Filho e Egea (2017) em relação a farinha de soja que não apresentou capacidade de formação de gel, mas houve formação de gel frágil na presença de 4% de farinha de feijão branco e gel resistente a partir da concentração de 14%, nas farinhas de aveia A e B e trigo branca, houve formação de gel na menor concentração avaliada (2%). Enquanto a aveia B e a farinha de trigo branca formaram gel resistente a partir de 12%, a aveia A apresentou gel resistente a partir de 6%. Ogunwolu *et al.* (2009), com isolado e concentrado proteico de amêndoas da castanha de caju, observaram que a menor concentração de gelificação do isolado proteico da castanha de caju foi em concentração 13,5% e a do concentrado proteico foi em 10,0%.

Para a indústria de alimentos, principalmente *plant-based*, esta comparação é importante, pois envolve a quantidade de ingredientes que será utilizada na fabricação de produtos que dependem da formação de gel. Conforme Oro *et al.* (2013) a gelificação leva a viscosidade máxima da amostra sendo que essa característica está relacionada a capacidade do amido e das fibras solúveis em absorver água, sendo assim grandes quantidades de grânulos com elevada capacidade de intumescimento leva a valores elevados de viscosidade até a formação do gel.

### 5.3.5 Determinação de Cor

A determinação de cor foi analisada no concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju e os resultados estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7- Resultados da análise de cor do concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju

Amostra	L*	a*	b*
Concentrado Proteico de amêndoa de castanha de caju	70,66 ± 0,14	1,58 ± 0,01	13,92 ± 0,05

Fonte: Autores, 2023. Resultados expressos em média e desvio padrão. Legenda: L – Luminosidade, a – Intensidade do vermelho/verde, b – Intensidade amarelo/azul.

Os seguintes parâmetros L\* a\* e b\* definem a cor pelo sistema CIELAB, L\* é a luminosidade sendo correspondido à 100% branco e 0% ao preto, a\* é intensidade da cor vermelha/verde, quando a cor é positiva é atribuída a cor vermelha e negativo para a cor verde,

já o parâmetro  $b^*$  corresponde a cor amarela/azul sendo positivo para a cor amarelo e negativo para cor azul (MIRANDA *et al.*, 2021).

A partir dos resultados obtidos e dispostos na Tabela 7, podemos perceber que o concentrado proteico apresenta coloração clara, tendendo ao branco e direcionado para o amarelo. Observa-se que o valor de  $L^*$  foi alto para a amostra de concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju, mas não tão próximo de 100, indicando um leve escurecimento. Para o valor de  $a^*$ , o concentrado apresentou valor baixo (1,58) próximo ao neutro, e para o valor de  $b^*$  (13,92) indica um tom amarelado, o que pode ser justificado pelo tratamento utilizado para a obtenção dele. As medições de cor de produtos alimentícios são vitais, pois afetam diretamente a perspectiva e a aceitação inicial dos consumidores em relação aos novos produtos alimentícios desenvolvidos (CHENG & BHAT, 2016).

### 5.3.6 Densidade

A densidade foi analisada no concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju e os resultados estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8- Resultados de densidade do concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju

Amostra	Densidade Aparente (g/mL)	Densidade Real (g/mL)
Concentrado Proteico de amêndoa de castanha de caju	0,484 ± 0,01	0,588 ± 0,00

Fonte: Autores, 2023. Resultados expressos em média e desvio padrão.

A densidade é uma propriedade que está relacionada ao volume do material, às condições de embalagem, transporte e armazenamento (ALUGE *et al.*, 2016), sendo desejável valores mais altos. O valor obtido para a densidade aparente foi de 0,484 g/mL e para a densidade real foi 0,588 g/mL, diferente da densidade aparente ou compacta, a densidade real ou relativa considera apenas o volume do conjunto que compõe a amostra, sem considerar o espaço vazio existente entre a amostra.

Valores superiores de densidade aparente foram observados por Benítez *et al.* (2013) com variação de 0,80 e 0,98 g/mL para as farinhas de leguminosas não convencionais crua e germinada. Du *et al.* (2014) avaliaram a densidade aparente em farinhas de leguminosas com variação de 0,543 a 0,816 g/mL e Ogunwolu *et al.* (2009) observaram isolado e concentrado proteico de amêndoas da castanha de caju e obtiveram valores inferiores para o concentrado (0,25 g/mL) e para o isolado (0,31 g/mL) quando comparados ao resultado desta pesquisa. De acordo com Peleg & Bagley (1983), a densidade aparente depende dos efeitos

combinados de fatores interrelacionados, como a intensidade das forças atrativas entre as partículas, o tamanho das partículas e o número de pontos de contato.

### 5.3.7 Molhabilidade

A determinação de molhabilidade foi verificada no concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju e o resultado está apresentado na Tabela 9.

Tabela 9- Resultado da análise de molhabilidade do concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju

<b>Amostra</b>	<b>Molhabilidade (min)</b>
Concentrado Proteico de amêndoa de castanha de caju	67,0 ± 0,00

Fonte: Autores, 2023. Resultado expresso em média e desvio padrão.

A molhabilidade é um parâmetro de tempo, geralmente expresso em segundos ou minutos necessários para que todo o pó adicionado à água em repouso atinja completo desaparecimento na superfície desse líquido (SOUZA *et al.*, 2008). A molhabilidade do concentrado proteico foi de 67 minutos, Duarte *et al.* (2017) avaliaram a liofilização sobre os carotenoides de frutos do cerrado e observaram que o fruto marolo apresentou resultado de molhabilidade de 13,56 segundos e o fruto cagaita 52,93 segundos, valores inferiores encontrados nesta pesquisa. A molhabilidade também é conhecida como umectabilidade e pode ser designada pela susceptibilidade das partículas em serem penetradas pela água, estando associada com propriedades físicas como o tamanho e forma das partículas, a composição do alimento e características da gordura presente e a temperatura da água de reconstituição. Com um tempo tão extenso de molhabilidade do concentrado, o resultado não foi considerado bom conforme afirmação de Lannes & Medeiros (2003) que considera um bom parâmetro se 90% do produto mergulhar no líquido em 5 minutos.

### 5.3.8 Solubilidade

O índice de solubilidade em água foi determinado no concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju e o resultado está apresentado na Tabela 10.

Tabela 10- Resultado do índice de solubilidade do concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju

<b>Amostra</b>	<b>Solubilidade (g/100g)</b>
Concentrado Proteico de amêndoa de castanha de caju	5,405 ± 0,71

Fonte: Autores, 2023. Resultado expresso em média e desvio padrão.

O índice de solubilidade está relacionado à presença de sólidos solúveis remanescentes na fase aquosa após o processo de aquecimento (SUMMO *et al.*, 2019). A solubilidade está associada à presença de moléculas dispersíveis, como albumina, amilose, açúcares, oligossacarídeos e outros componentes solúveis (BALA *et al.*, 2020).

O índice de solubilidade em água do concentrado proteico foi de 5,405 g/100g, considerado baixo se comparado com a solubilidade obtida por Lima *et al.* (2021) em concentrado de amêndoa de caju que foi de 50 g/100g em pH 12,0. Os valores de solubilidade também foram inferiores aos obtidos por Mao & Hua (2012), que analisaram solubilidade em concentrado de proteína de noz (47,54 g/100g) e Ogunwolu *et al.* (2009), com isolado e concentrado proteico de amêndoas da castanha de caju (95 g/100g). Tavares *et al.* (2012), encontraram valores de solubilidade em água de 1,2 g/100g para farinha de arroz cru, valor inferior aos encontrados neste estudo.

Quando se deseja elaborar um produto instantâneo, onde as partículas de pó formem uma solução com o líquido, deve-se dar maior atenção ao índice de solubilidade em água relacionada com a quantidade de sólidos solúveis em uma amostra seca e permite verificar o grau de separação do tratamento em função da degradação, gelatinização e conseqüentemente solubilidade do amido (KOÇ *et al.*, 2014). A baixa solubilidade na faixa de pH do concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju indica seu uso para a produção de alimentos semissólidos, como iogurte, ou alimentos sólidos, como massas e outros produtos de panificação.

#### 5.4 Perfil Mineral

A composição mineral foi analisada no concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju e os resultados estão apresentados na Tabela 11.

Tabela 11- Resultados do perfil mineral do concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju

Amostra	Ca (g/kg)	Mg (g/kg)	K (g/kg)	P (g/kg)	Fe (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Mn (mg/kg)
Concentrado Proteico de amêndoa de castanha de caju	0,89 ± 0,13	1,60 ± 0,38	2,81 ± 0,33	7,46 ± 0,53	117,55 ± 3,85	36,37 ± 0,30	11,41 ± 2,11

Fonte: Autores, 2023. Resultados expressos em média e desvio padrão.

Os minerais têm sua importância no combate as carências nutricionais e as castanhas apresentam um teor considerável de diversos tipos, com destaque para ferro, cálcio e zinco, sendo o ferro e cálcio relevantes para a saúde coletiva no combate as carências, e zinco

como parte do sistema de defesa antioxidante do organismo. Boa quantidade de potássio e baixa concentração de sódio em nozes e sementes, favorece o controle da pressão arterial e hidroeletrólítico (FREITAS & NAVES, 2010).

Os resultados encontrados para o perfil mineral demonstraram que o concentrado proteico apresenta o fósforo como macromineral majoritário seguido por potássio, magnésio e cálcio, para os microminerais o mineral em maior concentração foi o ferro, seguido por zinco e manganês.

De acordo com as necessidades alimentares, as substâncias minerais podem ser classificadas em macroelementos no caso de minerais requeridos em quantidade >50 mg/dia, incluindo Potássio, Fósforo, Cálcio, Magnésio e Sódio; e oligoelementos no caso de minerais necessários na quantidade <50 mg/dia incluindo Cobre, Ferro, Zinco e Manganês (RUSU *et al.*, 2021).

A ingestão diária recomendada de fósforo, segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2005a), em 100 g de alimento, é de 700 mg para adultos, 460 mg para crianças (1-3 anos), 500 mg para crianças (4-6 anos) e 1.250 mg para crianças (7-10 anos). Já para gestantes e lactentes a quantidade necessária é de 1.250 mg. Segundo o teor de fósforo do concentrado proteico, 746 mg em 100g desse alimento equivale a 106% da necessidade diária de fósforo, por exemplo, para um indivíduo adulto.

A ingestão diária recomendada, para adultos, de cálcio é 1000 mg/100g, magnésio 260 mg/100g, ferro 14 mg/100g, zinco 7 mg/100g e manganês 2,3 mg/100g. O concentrado proteico apresenta teores de cálcio de 89 mg/100g, magnésio 160 mg/100g, ferro 11,75 mg/100g, zinco 3,36 mg/100g e manganês 1,14 mg/100g. Não existe uma quantidade diária recomendada para o consumo de potássio, embora especialistas aconselhem aproximadamente 2 a 2,5 gramas por dia. Portanto, o concentrado proteico pode ser utilizado como fonte de enriquecimento de outros produtos alimentares não só em proteínas, mas também nesses e em outros minerais.

## 5.5 Toxicidade

A toxicidade pelo método da *Artemia salina* foi analisada no concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju e os resultados estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 12- Resultados da toxicidade do concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju

<b>Amostra</b>	<b>Concentração Letal Média (CL<sub>50</sub>) mg/mL</b>	<b>Intervalo com 95% de Confiança (mg/mL)</b>
Concentrado Proteico de amêndoa de castanha de caju	> 1000	-

Fonte: Autores, 2023.

O ensaio revelou CL<sub>50</sub> de >1000 mg/mL, indicando que o extrato do concentrado proteico de amêndoas de castanha de caju apresenta baixa ou nenhuma toxicidade. De acordo com Meyer *et al.* (1982), quando são encontrados valores de CL<sub>50</sub> maiores que 1000 mg/mL e não se observa a morte de mais de 50% de uma população, o material testado é considerado não tóxico, no extrato do concentrado proteico não se observou nenhuma morte.

A toxicidade pode variar significativamente devido ao tempo de colheita, local de coleta, órgão ou tecido vegetal e solvente usado para extração (KARCHESY *et al.*, 2016). A avaliação da ação tóxica de extratos vegetais é indispensável para se considerar um tratamento seguro, ele permite a definição da toxicidade intrínseca do produto e os efeitos da sobredosagem aguda (NGUTA *et al.*, 2012).

Meyer *et al.*, (1982) afirmam que este sistema de bioensaio tem as vantagens de ser rápido, barato e simples (por exemplo, não são necessárias técnicas assépticas). Ele utiliza facilmente um grande número de organismos continuamente disponíveis para considerações estatísticas e não requer nenhum equipamento ou treinamento especial e uma quantidade relativamente pequena de amostra de teste.

## 5.6 Fenólicos Totais

Os compostos fenólicos constituem uma importante classe de metabólitos secundários de plantas sendo amplamente distribuídos, com mais de 8.000 estruturas fenólicas atualmente identificadas. Estudos realizados com compostos fenólicos demonstram sua capacidade antioxidante e sua significativa contribuição na dieta, assim como seu efeito na prevenção de diversas enfermidades, tais como: enfermidades cardiovasculares, cancerígenas e doenças neurológicas (HARBORNE & WILLIAMS, 2000). Os compostos fenólicos agem como antioxidantes não somente pela sua habilidade em doar hidrogênio ou elétrons, mas também por causa de seus radicais intermediários estáveis, que impedem a oxidação de vários ingredientes do alimento (CUVELIER *et al.*, 1992).

O teor de fenólicos totais foi determinado no concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju em extratos acetônico, etanólico e aquoso, e os resultados estão apresentados na Tabela 13.



Tabela 13- Resultados do teor de fenólicos do concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju

<b>Amostra</b>	<b>Fenólicos mg EAG/g de amostra</b>
Concentrado Proteico de amêndoa de castanha de caju extrato Acetônico	32,55 a $\pm$ 0,45
Concentrado Proteico de amêndoa de castanha de caju extrato Etanólico	10,52 b $\pm$ 0,65
Concentrado Proteico de amêndoa de castanha de caju extrato Aquoso	10,67 b $\pm$ 0,88

Fonte: Autores, 2023. <sup>a,b,c</sup> Letras iguais indicam que os dados não apresentam diferença estatística pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ). Resultados expressos em média e desvio padrão.

Para os extratos analisados, o teor de fenólicos variou de 10,52 a 32,55 mg EAG/g de amostra, sendo que o extrato etanólico e aquoso apresentaram teores semelhantes de fenólicos e o extrato acetônico apresentou o valor mais elevado.

A atividade antioxidante dos compostos fenólicos se deve principalmente às propriedades redox, que lhes permitem atuar como agentes redutores e doadores de átomos de hidrogênio (CHANDA *et al.*, 2010). Singh *et al.*, (2017) afirmam que as leguminosas são uma boa fonte de compostos fenólicos bioativos para os seres humanos, pois desempenham um papel significativo em muitos processos fisiológicos e metabólicos e o consumo de alimentos com alto teor de polifenóis é benéfico para a saúde em relação às propriedades anticancerígenas, antimicrobianas e anti-inflamatórias.

Souza (2018) avaliou compostos fenólicos em castanha-do-Brasil e castanha de caju com os solventes acetona e etanol e observou teores de fenólicos variando entre 43,28 e 54,10 mg EAG/g de amostra para o solvente etanol e teores de 36,96 e 51,29 mg EAG/g de amostra para acetona, valores superiores ao obtido pelo concentrado proteico.

Resultados superiores também foram observados por Chanda *et al.*, (2010) com variação de 13,9 a 230,3 mg EAG/g para os extratos (hexano, clorofórmio, acetona, metanol e aquoso) de sementes de *C. pulcherrima*. Azeez *et al.*, (2022) tiveram variação de 122 a 161 mg/g de fenólicos totais em farinhas de milheto. Valores inferiores foram investigados por Della Torre *et al.* (2017) ao avaliarem extratos metanólicos de folhas, flores e sementes de *C. pulcherrima* e observaram valores de fenólicos totais de 270,38, 231,92 e 125,14  $\mu$ g/mg, respectivamente.

Em geral, os teores de fenólicos dos extratos do concentrado proteico foram superiores aos observados em outros produtos vegetais como farinhas de centeio (1,01-1,33 mg EAG/g) e cevada (1,07-1,18 mg EAG/g) (DRAKOS *et al.*, 2017), ervilha amarela (0,85–1,14 mg EAG/g), ervilha verde (0,65–0,99 mg EAG/g) e grão de bico (0,98 mg EAG/g) (XU, YUAN, e CHANG, 2007).

Rufino *et al.* (2010) classificam o teor de fenóis em três categorias: baixo (<100 mg EAG/g), médio (100– 500 mg EAG/g) e alto (>500 mg EAG/g) para amostras com base em matéria fresca e baixo (<1000 mg EAG/g), médio (1000–5000 mg EAG/g) e alto (>5000 mg EAG/g) em matéria seca. Assim, os extratos analisados do concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju apresentaram teores de compostos fenólicos, porém baixos.

A extração de compostos fenólicos é afetada principalmente por vários parâmetros como o tamanho das partículas das amostras, o tipo de solvente utilizado, a razão soluto/solvente, taxa de agitação, eficiência de transferência de massa e temperatura utilizada (SINGH *et al.*, 2017).

### 5.7 Atividade Antioxidante DPPH

Um antioxidante é qualquer substância capaz de retardar ou impedir danos devidos à oxidação (como rancificação e formação de *off-flavors* em alimentos) estando presente em pequenas concentrações, quando em comparação com o agente oxidante. As substâncias antioxidantes podem apresentar diferentes propriedades protetivas e agir em diversas etapas do processo oxidativo, funcionando por diferentes mecanismos. O ensaio de sequestro de radicais livres DPPH é o método mais simples para avaliar o potencial antioxidante de um extrato (KEDARE & SINGH, 2011).

A capacidade antioxidante pelo método DPPH foi analisada no extrato acetônico do concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju e o resultado da concentração eficaz para inibir 50% do radical DPPH\* (CE<sub>50</sub>) está apresentado na Tabela 14.

Tabela 14- Capacidade antioxidante do concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju

Amostra	EC <sub>50</sub> mg/mL
Concentrado Proteico de amêndoa de castanha de caju	7,310 ± 0,17

Fonte: Autores, 2023. Resultado expresso em média e desvio padrão.

O extrato acetônico produzido do concentrado proteico demonstrou atividade antioxidante pelo método do radical livre DPPH•, porém quanto menor a EC<sub>50</sub>, mais antioxidante será o material analisado (ALVES *et al.*, 2014). Dessa forma, o extrato acetônico do concentrado apresentou baixo potencial antioxidante quando comparado com os padrões comerciais de vitamina C e *trolox* (ácido ascórbico = 0,023 mg/mL e *trolox*=0,015 mg/mL).

A forma de extração dos compostos antioxidantes pode interferir na sua capacidade antioxidante. O tempo de extração, temperatura utilizada e a concentração do solvente são alguns dos fatores que devem ser considerados (GOMES & TORRES, 2016).

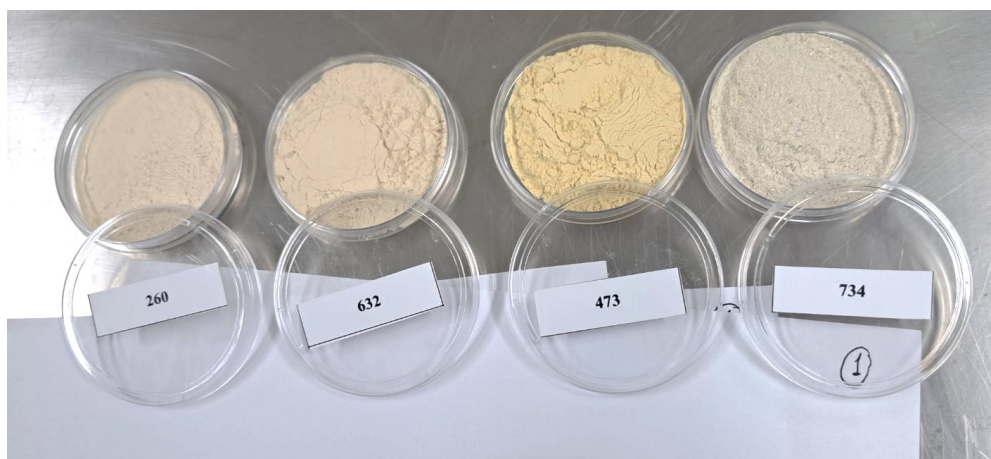
Souza (2018) avaliou a atividade antioxidante pelo método DPPH em castanha-do-Brasil e castanha de caju com os solventes acetona e etanol e observou capacidade antioxidante de 1,20  $\mu\text{mol}$  para a castanha-do-Brasil e 2,81  $\mu\text{mol}$  para a castanha de caju, valores inferiores ao obtido pelo concentrado proteico. Valores inferiores ao desta pesquisa foram observados em leguminosas como grão-de-bico (31,4  $\mu\text{g/mL}$ ), feijão-frade (48,2  $\mu\text{g/mL}$ ) e capim cavalo (22,9  $\mu\text{g/mL}$ ) (SREERAMA *et al.*, 2012), comprovando a baixa atividade antioxidante do concentrado proteico. No entanto, valores superiores ao desta pesquisa foram obtidos por Chew, Goh e Lim (2009), com valores de 3350 e 7690 mg/g, respectivamente, para flores e folhas de *C. pulcherrima*. E Drakos *et al.* (2017) com farinha de centeio (31,4 mg/mL) e cevada (31,4 mg/mL).

Labuckas *et al.* (2008) e Ozdal *et al.* (2013) mencionam que a interação com as proteínas pode afetar a atividade biológica dos compostos bioativos, incluindo sua capacidade antioxidante, o que pode ser um fator que contribua para o resultado encontrado, já que o concentrado proteico possui teor considerável de proteína.

## 5.8 Análise Sensorial

A análise sensorial foi realizada com 4 diferentes concentrados proteicos: amêndoa de castanha de caju, arroz, ervilha e soja, Figura 4.

Figura 4- Análise sensorial dos concentrados proteicos



Fonte: Autores, 2023. Da esquerda para a direita: concentrado proteico de arroz, soja, ervilha e amêndoa de castanha de caju.

### 5.8.1 Provadores

As características socioeconômicas dos avaliadores da análise sensorial estão apresentadas na Tabela 15.

Tabela 15- Características socioeconômicas dos provadores

Característica	Frequência	
	Nº	%
<b>Sexo</b>	Masculino	50 41,7
	Feminino	70 58,3
<b>Faixa Etária</b>	<25	96 80
	25-35	14 11,7
	36-45	9 7,5
	46-55	0 0
	56-65	1 0,8
<b>Escolaridade</b>	Ens. Médio Completo	31 25,8
	Ens. Superior Incompleto	72 60
	Ens. Superior Completo	6 5
	Especialização	5 4,2
	Mestrado	4 3,3
	Doutorado	2 1,7

Fonte: Autores, 2023.

As características socioeconômicas dos provadores foram as seguintes: 58,3% dos provadores foram do sexo feminino, 80% tinham menos de 25 anos e 60% dos provadores tinham grau de instrução superior incompleto ou em andamento.

### 5.8.2 Perfil de consumo

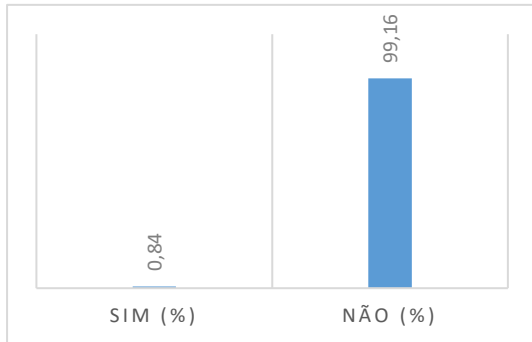
Os provadores tiveram que responder algumas questões.

A primeira pergunta foi: “Você é intolerante ou alérgico a produtos que contenham amêndoas de castanha de caju, arroz, ervilha ou soja? O resultado está apresentado na Figura 5. Dos 120 provadores, a grande maioria, 99,16%, respondeu que não era alérgico ou intolerante aos produtos, somente uma pessoa respondeu que tinha alergia à ervilha, mas que não havia problema em realizar a pesquisa já que não havia a necessidade de degustar os produtos. As perguntas seguintes tinham caráter de saber a porcentagem de possíveis interessados em produtos desenvolvidos a partir de castanha de caju e foram: “gosta de amêndoas de castanha de caju?” e “tem o hábito de consumir amêndoas de castanha de caju?”, Figuras 6 e 7.

Em relação ao gostar ou não de amêndoas da castanha de caju, 90,83% dos provadores responderam positivamente. E 56,7% informaram que tinham sim o hábito de consumir amêndoas de castanha de caju. O consumo de nozes e castanhas como parte consciente da dieta a longo prazo, associa-se com a diminuição do ganho de peso corporal e obesidade, além de ter influência positiva sobre o perfil de ácidos graxos (AG) de pessoas com diabetes tipo 2. O consumo frequente de nozes e castanhas está relacionado à melhora da

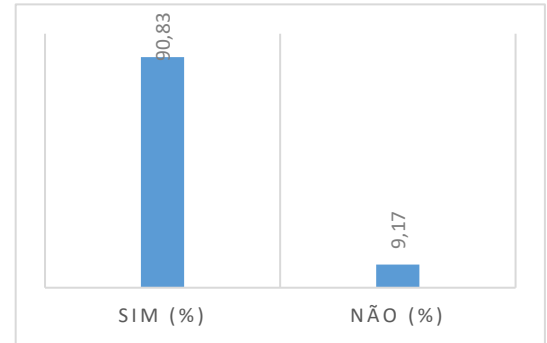
sensibilidade à insulina, diminuindo os riscos de Diabetes, e da obesidade, interferindo na saúde e no peso corporal (LEE *et al.*, 2014).

Figura 5- É intolerante ou alérgico a produtos que contenham amêndoas de castanha de caju, arroz, ervilha ou soja?



Fonte: Autores, 2023.

Figura 6- Gosta de amêndoas de castanha de caju?

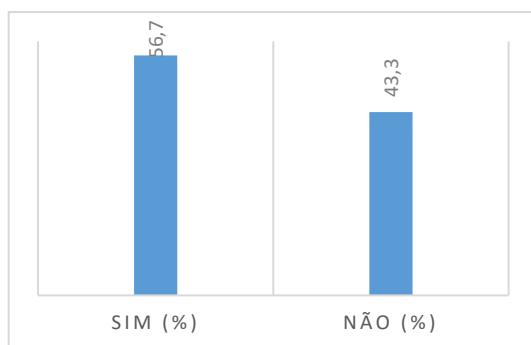


Fonte: Autores, 2023.

As duas últimas perguntas eram em relação a proteínas e o consumo de proteínas concentradas, e foram: “tem o hábito de consumir fontes de proteína?” e “tem o hábito de consumir proteínas concentradas?”, os resultados estão nas Figuras 8 e 9.

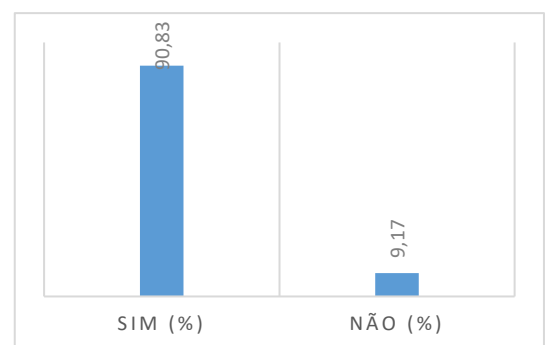
Para o consumo de fontes de proteínas, 90,83% dos provedores responderam positivamente. E 71,7% informaram que não tinham o hábito de consumir proteínas concentradas. Estudos científicos mostram que o consumo de proteínas pode trazer muitos benefícios, entre eles estão a reparação e construção de tecidos, aumento de força, produção hormonal e o fortalecimento do sistema imunológico.

Figura 7- Tem o hábito de consumir amêndoas de castanha de caju?



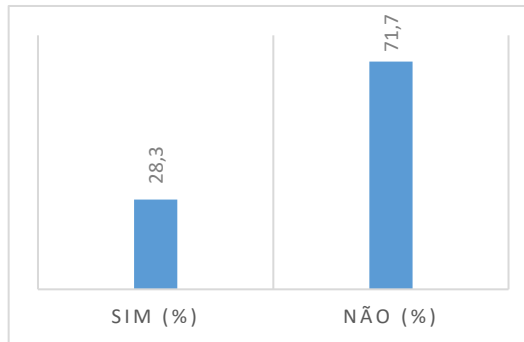
Fonte: Autores, 2023.

Figura 8- Tem o hábito de consumir fontes de proteína?



Fonte: Autores, 2023.

Figura 9- Tem o hábito de consumir proteínas concentradas?



Fonte: Autores, 2023.

### 5.8.3 Avaliação Sensorial dos Concentrados Proteicos

#### 5.8.3.1 Determinação de Cor dos Concentrados Proteicos

A determinação de cor foi analisada no concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju e em outros 3 concentrados proteicos (Arroz, Ervilha e Soja) e os resultados estão apresentados na Tabela 16.

Tabela 16- Resultados da análise de cor dos concentrados proteicos de amêndoa de castanha de caju, arroz, ervilha e soja

Amostra	L*	a*	b*
Concentrado Proteico de amêndoa de castanha de caju	70,66 ± 0,14	1,58 ± 0,01	13,92 ± 0,05
Concentrado Proteico de Arroz	85,23 ± 0,00	2,6 ± 0,00	16,48 ± 0,01
Concentrado Proteico de Ervilha	81,91 ± 0,01	4,2 ± 0,01	31,2 ± 0,03
Concentrado Proteico de Soja	82,46 ± 0,00	2,62 ± 0,00	20,73 ± 0,00

Fonte: Autores, 2023. Resultados expressos em média e desvio padrão. Legenda: L – Luminosidade, a – Intensidade do vermelho/verde, b – Intensidade amarelo/azul.

A partir dos resultados obtidos e dispostos na Tabela 16, podemos perceber que os concentrados proteicos apresentaram coloração clara, tendendo ao branco e direcionado para o amarelo. Observa-se que o valor de L\* foi alto para todas as amostras, mas o concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju apresentou o menor valor, mais distante do 100, indicando um leve escurecimento. Para o valor de a\*, todas as amostras apresentaram valor baixo, e para o valor de b\* o maior valor foi para o concentrado de ervilha, indicando um tom mais amarelado em relação às demais amostras e o menor valor foi para o concentrado de amêndoa de castanha de caju, o que pode ser justificado pelos tratamentos utilizados para as obtenções deles.

### 5.8.3.2 Avaliação Sensorial Olfativa e Visual

A avaliação sensorial, olfativa e visual, dos concentrados proteicos de amêndoa de castanha de caju, arroz, ervilha e soja referiu-se à necessidade de mensurar o grau de gostar ou desgostar do consumidor em relação à aparência, aroma e impressão geral, além de verificar o interesse em consumir e comprar os concentrados analisados. Esses concentrados foram escolhidos por serem os principais disponíveis no mercado. Esses materiais, com exceção do concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju, foram adquiridos no comércio local de Fortaleza – CE.

Os concentrados proteicos foram avaliados sensorialmente pelos testes afetivos de aceitação com escala hedônica de 1 a 9 pontos, intenção de consumir e intenção de compra, escala de 1 a 5 pontos. Os atributos avaliados foram: aparência, aroma, impressão geral, intenção de consumo e intenção de compra. Os resultados estão apresentados na Tabela 17.

Tabela 17- Resultados da avaliação sensorial dos concentrados proteicos

Parâmetros	Médias ± Desvio Padrão			
	ACC	Arroz	Ervilha	Soja
<b>Aparência</b>	6,13 b ± 1,81	6,78 a ± 1,57	7,02 a ± 1,49	6,90 a ± 1,55
<b>Aroma</b>	6,34 a ± 1,93	4,96 b ± 2,21	5,85 a ± 2,02	6,22 a ± 1,56
<b>Impressão Geral</b>	6,47 a ± 1,51	5,86 b ± 1,60	6,45 a ± 1,41	6,72 a ± 1,20
<b>Intenção de compra</b>	3,4 a ± 1,4	2,8 b ± 1,40	3,4 a ± 1,3	3,5 a ± 1,2
<b>Intenção de consumo</b>	3,36 a ± 1,31	2,89 b ± 1,40	3,48 a ± 1,25	3,56 a ± 1,05

Fonte: Autores, 2023. <sup>a,b,c</sup> Letras iguais nas linhas indicam que os dados não apresentam diferença estatística pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ). ACC – Amêndoa de Castanha de Caju.

A Tabela 17 apresenta as médias e o desvio padrão da avaliação sensorial dos atributos: aparência, aroma, impressão geral, intenção de compra e intenção de consumo. O atributo aparência é avaliado através de todo o aspecto visível do produto, como a cor, brilho, forma e tamanho. Em relação à aparência dos concentrados, todos os concentrados ficaram na faixa entre gostei ligeiramente e gostei moderadamente, somente no concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju observou-se divergência estatística quando comparado aos demais, provavelmente se justifica devido a mínima diferença de granulometria entre as amostras comparadas.

Segundo Souza (2012) “a alimentação além de necessária à saúde é uma fonte de prazer”. A aparência é um atributo sensorial importante para a aceitação de um alimento. O desejo de consumo se dá primariamente pela visão, alimentos coloridos são mais atraentes ao consumidor, e interfere nas decisões de escolha de um produto: aparência, segurança,

aceitabilidade e características sensoriais sofrem influência da cor, que estimula o apetite do consumidor.

No atributo Aroma, os alimentos liberam substâncias voláteis que pelo olfato o julgador consegue identificar. A média obtida dos aromas dos concentrados proteicos ficou nas faixas de “nem gostei e nem desgostei” e gostei ligeiramente, o menor resultado em relação ao aroma foi do concentrado proteico de arroz, sendo classificado como desgostei ligeiramente, e diferiu estatisticamente. O concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju não diferiu estatisticamente dos demais concentrados proteicos comerciais, ervilha e soja.

Para a Impressão Geral dos concentrados proteicos, as médias das notas obtidas indicam que os julgadores gostaram ligeiramente dos produtos, com exceção do concentrado de arroz que diferiu estatisticamente e ficou na faixa de “nem gostei e nem desgostei”. O concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju não apresentou diferença estatística dos demais concentrados proteicos que já estão disponíveis no mercado, ervilha e soja.

A intenção de compra e intenção de consumo dos avaliadores para o concentrado de arroz ficou na faixa de Provavelmente não compraria e Provavelmente não consumiria, respectivamente, as médias dos demais concentrados proteicos ficaram na faixa de “Talvez compraria, talvez não compraria” e “Talvez consumiria, talvez não consumiria”. Novamente o concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju não diferiu estatisticamente dos demais concentrados proteicos comerciais, ervilha e soja, sendo promissora a sua inserção no mercado.

A utilização desses testes favorece a diversidade de novos alimentos, aumentando a chance de sua comercialização. Assim, para os novos produtos que serão introduzidos no mercado é necessária uma avaliação de suas características sensoriais. Além de beneficiar o aumento do suporte para pesquisas, a industrialização, o marketing e o controle de qualidade (ORLOSKI *et al.*, 2016).

O concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju apresentou notas positivas para os atributos aparência, aroma e impressão geral, ficando na faixa de gostei ligeiramente, de acordo com os avaliadores. Em relação a intenção de compra e intenção de consumo, os avaliadores informaram que poderiam ou não realizar a compra ou consumi-lo, dependendo de outros fatores como a disponibilidade e o preço, o que já incentiva bastante a sua comercialização.

### 5.8.3.3 Preferência

Em relação a preferência de aparência dos provadores, o concentrado proteico de Ervilha foi o mais indicado pelos avaliadores, seguido pelo concentrado proteico de Soja e o



concentrado proteico de amêndoa de caju ficou em último lugar em relação a preferência no quesito aparência. Na preferência do aroma, os provadores indicaram o concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju como o preferido, seguido pelo concentrado proteico de soja e o concentrado proteico de arroz ficou em último lugar em relação ao aroma. Na Impressão Geral, a maioria dos avaliadores indicou o concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju como o preferido, seguido pelo concentrado de ervilha e o concentrado de arroz foi o menos preferido para a maioria dos avaliadores.

#### **5.8.4 Aceitabilidade dos Concentrados Proteicos**

Os concentrados proteicos de amêndoa de castanha de caju, arroz, ervilha e soja foram avaliados quanto ao Índice de Aceitabilidade e os resultados estão apresentados na tabela 18.

Tabela 18- Resultados da aceitabilidade dos concentrados proteicos

<b>Parâmetros</b>	<b>Índice de Aceitabilidade (%)</b>			
	ACC	Arroz	Ervilha	Soja
<b>Aparência</b>	68,11	75,33	78	76,66
<b>Aroma</b>	70,44	55,11	65	69,11
<b>Impressão Geral</b>	71,88	65,11	71,66	74,66

Fonte: Autores, 2023. ACC – Amêndoa de Castanha de Caju.

De acordo com Minim (2018), os produtos são considerados aceitos, em termos de suas propriedades sensoriais, quando atingem índice de aceitabilidade de no mínimo 70%. Portanto, a avaliação sensorial realizada demonstrou que o concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju foi aceito nos atributos aroma e impressão geral, a aparência necessita de ajustes. O concentrado proteico de arroz só é aceito no quesito aparência. Os concentrados proteicos de ervilha e soja apresentaram índice de aceitabilidade acima de 70% nos atributos aparência e impressão geral.

Avaliando os atributos sensoriais: aparência, aroma e impressão geral, por meio do teste de aceitação realizado, verificou-se que o concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju desenvolvido apresentou resultados expressivos, positivos e até melhores que os demais concentrados proteicos avaliados que já se encontram disponíveis no mercado. Isso demonstra sua aceitação por boa parte dos avaliadores e sua promissora inserção no mercado.

## 6 CONCLUSÕES

Amêndoas da castanha de caju quebradas no processamento, e de menor valor comercial, podem ser prensadas para extração do óleo e a torta parcialmente desengordurada (TPD), coproduto do processamento do óleo, pode ser utilizada para a produção de concentrado proteico, obtendo-se teor proteico de 57,96%.

O concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju, como um produto *plant-based*, apresenta características nutricionais expressivas, como alto teor de proteínas, resultados significativos de propriedades tecnofuncionais, evidenciando seu potencial para alimentos que requeiram capacidade de atividade e estabilidade emulsificante, capacidade de absorção de água e de óleo, formação de gel e solubilidade. O concentrado proteico se mostrou uma fonte de minerais, principalmente fósforo. Além de ser um produto que não se observou toxicidade, ainda apresentou compostos fenólicos e atividade antioxidante. Avaliando os atributos sensoriais de aparência, aroma e impressão geral, verificou-se que o concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju apresentou resultados positivos e até melhores que os demais concentrados proteicos avaliados e disponíveis no mercado.

O concentrado proteico de amêndoa de castanha de caju apresenta atributos que permitem seu uso como ingrediente enriquecedor e inovador, com características nutricionais e com propriedades tecnofuncionais para diferentes aplicações de interesse para a indústria de alimentos.

## REFERÊNCIAS

- AACC, American Association of Cereal Chemists. **Approved methods of American Association of Cereal Chemists**. 10 ed. St. Paul: AAAC, 2000.
- ADIAMO, O. Q. *et al.* Functional properties and protein digestibility of protein concentrates and isolates produced from kariya (*Hildegardia bateri*) seed. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 40, n. 5, p. 979-989, 2015.
- AIDER, M.; BARBANA, C. Canola proteins: composition, extraction, functional properties, bioactivity, applications as a food ingredient and allergenicity - A practical and critical review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, n. 1, p. 21-39, 2011.
- AL-MALAH, K. I.; AZZAM, M. O. J.; OMARI, R. M. Emulsifying properties of BSA in different vegetable oil emulsions using conductivity technique. **Food Hydrocolloids**, v. 14, n. 5, p. 485-490, 2000.
- ALPIZAR-REYES, E. *et al.* Functional properties and physicochemical characteristics of tamarindo (*Tamarindus indica* L.) seed mucilage powder as a novel hydrocolloid . **Journal of Food Engineering**, v. 209, n. 34, p. 68-75, 2017.
- ALUGE, O. O. *et al.* Effect of malted sorghum on quality characteristics of wheat-sorghum-soybean flour for potential use in confectionaries. **Food and Nutrition Sciences**, v. 7, n. 13, p. 1241-1252, 2016.
- ALVES, M. J. *et al.* Teor de fenóis e flavonoides, atividades antioxidante e citotóxica das folhas, frutos, cascas dos frutos e sementes de *Piptadenia moniliformis* Benth (*Leguminosae Mimosoideae*). **Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas**, v. 13, n. 5, p. 466 - 476, 2014.
- AMZA, T. *et al.* Effect of extraction and isolation on physicochemical and functional properties of an underutilized seed protein: Gingerbread plum (*Neocarya macrophylla*). **Food Research International**, v. 44, n. 9, p.2843-2850, 2011.
- AOAC, Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis off**, AOAC International. 20. ed. Editor: Dr. George W. Latimer, Jr. Rockville: MD, USA, 2016.
- AOAC International, Association of Official Analytical Chemists International, Method 991.43. In: **Official Methods of Analysis of the AOAC International**. 18. ed. 3. rev. Gaithersburg: MD, 2010.
- AOAC, Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**. 16. ed. Arlington: AOAC, 2005.
- AOCS, American Oil Chemists' Society. **Official Method Am 5-04, Rapid determination of oil/fat utilizing high temperature solvent extraction**. Urbana: Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society, 2005.
- APOSTOLIDIS, C.; MCLEAY, F. Should we stop meating like this? Reducing meat consumption through substitution. **Food Policy**, v. 65, p. 74-89, 2016.
- ARIOCH, D. Agência de Notícias de Direitos Animais (Brasil). **Mercado de alimentos e bebidas à base de vegetais deve movimentar mais de US\$ 80 bilhões até 2024**. 2019.

AVELAR, Z. *et al.* The role of emergent processing technologies in tailoring plant protein functionality: new insights. **Trends in Food Science & Technology**, v. 113, p. 219 - 231, 2021.

AZEEZ, S. O. *et al.* Impact of germination alone or in combination with solid-state fermentation on the physicochemical, antioxidant, in vitro digestibility, functional and thermal properties of brown finger millet flours. **LWT - Food Science and Technology**, v. 154, n. 1, p. 1-9, 2022.

BALA, M. *et al.* Physicochemical, functional, and rheological properties of grass pea (*Lathyrus sativus* L.) flour as influenced by particle size. **Heliyon**, v. 6, n. 11, p. e05471, 2020.

BATISTA, K. A. *et al.* Changes in the biochemical and functional properties of the extruded hard-to-cook cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). **International Journal of Food Science & Technology**, v. 45, n. 4, p. 794-799, 2010.

BENÍTEZ, V. *et al.* Impact of germination on starch, dietary fiber and physicochemical properties in non-conventional legumes. **Food Research International**, v. 50, n. 1, p. 64-69, 2013.

BESSADA, S. M. F.; BARREIRA, J. C. M.; OLIVEIRA, M. B. P. P. Pulses and food security: Dietary protein, digestibility, bioactive and functional properties. **Trends in Food Science & Technology**, v. 93, p. 53-68, 2019.

BILDANOVA, L. L. *et al.* Main properties and evolutionary features of antifreeze proteins. **Russian Journal of Genetics: Applied Research**, v. 3, n. 1, p. 66-82, 2013.

BOUYER, E. *et al.* Proteins, polysaccharides, and their complexes used as stabilizers for emulsions: alternatives to synthetic surfactants in the pharmaceutical field? **International Journal of Pharmaceutics**, v. 1, n. 1-2, p. 1-68, 2012.

BOYE, J.; ZARE, F.; PLETCH, A. Pulse proteins: Processing, characterization, functional properties and applications in food and feed. **Food Research International**, v. 43, n. 2, p. 414-431, 2010.

BRAND-WILLIAMS, W. *et al.*, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio: Brasil 2019/2020 a 2029/2030**. 3. Ed. Secretaria de Política Agrícola, Brasília - DF, p. 6-102, 2020.

BRASIL, Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. Aprova as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. **Diário oficial da união**: Brasília - DF, 13 de junho de 2013.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 268, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para produtos proteicos de origem vegetal. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**: Brasília - DF, 23 de setembro de 2005.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de Proteínas, Vitaminas e Minerais. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**: Brasília - DF, 23 de setembro de 2005a.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998. Regulamento técnico referente a informação nutricional complementar.

**Diário Oficial da União:** Brasília - DF, 16 de janeiro de 1998.

CAMPELL, N. F.; SHIH, F. F.; MARSHALL, W. E. Enzymatic phosphorylation of soy protein isolate for improved functional properties. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v. 40, n. 3, p. 403–406, 1992.

CASTILHO, F. *et al.* Avaliação de algumas propriedades funcionais das farinhas de tremçoço doce (*Lupinus albus*) e feijão guandu (*Cajanus cajan(L.) Millsp*) e sua utilização na produção de fiambre. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 1, p. 68-75, 2010.

CAVALCANTI, M. T.; BORA, P. S.; CARVAJAL, J. C. L. Propriedades funcionais das proteínas de amêndoas da faveleira (*Cnidoculus phyllacanthus (Mart.) Pax. et K. Hoffm.*) com e sem espinhos. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 3, p. 507-602, 2009.

CENTRE FOR THE PROMOTION OF IMPORTS FROM DEVELOPING COUNTRIES (CBI). **The European market potential for cashew nuts**. 2021.

CHANDA, S. *et al.* Antimicrobial and antioxidant efficacy of various solvent extracts of seeds and fruits rind of *Caesalpinia pulcherrima* Swartz, **Arch Clin Microbiol**, v. 1, n. 4-5, p. 1-7, 2010.

CHARCOSSET, C. Preparation of emulsions and particles by membrane emulsification for the food processing industry. **Journal of Food Engineering**, v. 92, n. 3, p. 241-249, 2009.

CHENG, Y. F.; BHAT, R. Functional, physicochemical and sensory properties of novel cookies produced by utilizing underutilized jering (*Pithecellobium jiringa* Jack.) legume flour. **Food Bioscience**, v. 14, p. 54-61, 2016.

CHEW, Y. L.; GOH, J. K.; LIM, Y. Y. Assessment of in vitro antioxidant capacity and polyphenolic composition of selected medicinal herbs from Leguminosae family in Peninsular Malaysia. **Food Chemistry**, v. 116, n. 1, p. 13–18, 2009.

COFFMANN, G. W. O.; GARCIA, V. V. Functional properties and amino acid content of protein isolate from mungbean flour. **Journal of Food Science and Technology**, v. 12, n. 5, p. 423-477, 1997.

CUNHA, F. C. *et al.* Desenvolvimento de suplemento alimentar proteico com amêndoas do bacuri (*Attalea phalerata mart. Ex spreng.*) para esportistas vegetarianos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos: pesquisa e práticas contemporâneas**, v. 2, p. 444-456, 2021.

CUVELIER, M. E. *et al.* Comparison of the antioxidant activity of some acid phenols: structure-activity relationship. **Bioscience Biotechnology and Biochemistry**, v. 56, n. 2, p. 324-325, 1992.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. LL.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos**. 4. ed. São Paulo: Artmed, p. 211-272. 2010.

DELA TORRE, G. L. T. Evaluation of Antioxidant Capacity and Identification of Bioactive Compounds of Crude Methanol Extracts of *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Swartz. **Indian J Pharm Sci**, v. 79, n. 1, p. 113-123, 2017.

DEVAPPA, R. K.; MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. Nutritional, Biochemical, and Pharmaceutical Potential of Proteins and Peptides from *Jatropha*: Review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, n. 11, p. 6543–6555, 2010.

- DRAKOS, A. *et al.* Influence of jet milling and particle size on the composition, physicochemical and mechanical properties of barley and rye flours. **Food Chemistry**, v. 215, p. 326–332, 2017.
- DU, S. K. *et al.* Physicochemical and functional properties of whole legume flour. **LWT - Food Science and Technology**, v. 55, n. 1, p. 308-313, 2014.
- DUARTE, E. L. *et al.* Influência da liofilização sobre os carotenoides de frutos do cerrado e comportamento higroscópico dos produtos liofilizados. **Ciências Biológicas e da saúde**, v. 7, n. 23, p. 22-33, 2017.
- DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 4. ed. Curitiba: Champagnat, 2013. 532 p.
- EL NASRI, N. A.; EL TINAY, A. H. Functional properties of fenugreek (*Trigonella foenumgraecum*) protein concentrate. **Food Chemistry**, v. 103, n. 2, p. 582-589, 2007.
- ELLEUCH, M. *et al.* Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterization, technological functionality and commercial applications: A review. **Food Chemistry**, v. 124, n. 2, p. 411-421, 2011.
- FERREIRO, S. R.; LÓPEZ, A. M.; VILLARES, J. M. M. Position paper on vegetarian diets in infants and children. Committee on Nutrition and Breastfeeding of the Spanish Paediatric Association. **Anales de Pediatría**, v. 92, n. 5, p. 306.e1-306.e6, 2020.
- FRANCO, L. F. M.; PESSÔA FILHO, P. de A. On the solubility of proteins as a function of pH: Mathematical development and Application. **Fluid Phase Equilibria**, v. 306, n. 2, p. 242–250, 2011.
- FREITAS, J. B. *et al.* Edible seeds nuts grown in Brazil as sources of protein for human nutrition. **Food and Nutrition Sciences**, v. 3, n. 6, p. 857-862, 2012.
- FREITAS, J. B.; NAVES, M. M. V. Composição química de nozes e sementes comestíveis e sua relação com a nutrição e saúde. **Revista Nutrição**, v. 23, n. 2, p.269-279, 2010.
- GAZZOLA, J. *et al.* **Amêndoa da castanha-de-caju**: Composição e importância dos ácidos graxos- Produção e Comércio Mundiais. In: XLIV Congresso da SOBER, Florianópolis, 2006.
- GLÓRIA, M. M.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B. Concentrado e isolado proteico de torta de castanha do Pará: Obtenção e caracterização química e funcional. **Food Science and Technology**, v. 20, n. 2, p. 240-245, 2000.
- GOMES, S.; TORRES, A. G. Optimized extraction of polyphenolic antioxidant compounds from Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) cake and evaluation of the polyphenol profile by HPLC. **J Sci Food Agric**, v. 96, n. 8, p. 2805 - 2814, 2016.
- GOMEZ-CARAVACA, A. M. *et al.* Chromatographic techniques for the determination of alkyl-phenols, tocopherols and other minor polar compounds in raw and roasted cold pressed cashew nut oils. **Journal of Chromatography A**, v. 1217, n. 47, p. 7411–7417, 2010.
- GORHAM, J. Chemical Analysis of Indian corn. **The New England Journal of Medicine, Surgery and Collateral Branches of Science**, v. 9, n. 1, p. 320 - 328, 1820.
- GUO, Z. *et al.* Effects of material characteristics on the structural characteristics and flavor substances retention of meat analogs. **Food Hydrocolloids**, v. 105, n. 105752, p. 2-12, 2020.

GUZUN-COJOCARU, T. *et al.* Effect of iron chelates on oil–water interface, stabilized by milk proteins: The role of phosphate groups and pH. Prediction of iron transfer from aqueous phase toward fat globule surface by changes of interfacial properties. **Food Hydrocolloids**, v. 24, n. 4, p. 364–373, 2010.

HALL, G. M. **Methods of Testing Protein Functionality**. 1. Ed. Londres: Blackie Academic & Professional. p. 166-180. 1996.

HARBORNE, J. B.; WILLIAMS, C. A. Advances in flavonoid research since 1992. **Phytochemistry**, v. 55, n. 6, p. 481- 504, 2000.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. 2020.

ISLAM, M. M.; KHAN, M. A.; KURODA, Y. Analysis of amino acid contributions to protein solubility using short peptide tags fused to a simplified BPTI variant. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 1824, n. 10, p. 1144-1150, 2012.

KARACA, A. C.; LOW, N.; NICKERSON, M. Emulsifying properties of chickpea, faba bean, lentil and pea proteins produced by isoelectric precipitation and salt extraction. **Food Research International**, v. 44, n. 9, p. 2742-2750, 2011.

KATO, C. G. *et al.* Caracterização físico-química da torta de castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa h.b.k.*) obtido pelo método de prensagem para o aproveitamento tecnológico. **Revista Uningá Review**, v. 25, n. 2, p. 07-11, 2016.

KAUR, M. *et al.* Gluten free biscuits prepared from buckwheat flour by incorporation of various gums: Physicochemical and sensory properties. **LWT - Food Science and Technology**, v. 62, n. 1, p. 628-632, 2015.

KAUR, M.; SINGH, N. Characterization of protein isolates from different Indian chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. **Food Chemistry**, v. 102, n. 1, p. 366–374, 2007.

KAUR, M.; SINGH, N. Studies on functional, thermal and pasting properties of flours from different chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. **Food Chemistry**, v. 91, n. 3, p. 403–411, 2005.

KARCHESY, Y. M. *et al.* Biological screening of selected Pacific Northwest forest plants using the brine shrimp (*Artemia salina*) toxicity bioassay. **Springer Plus**, v. 5, n. 510, p. 1-9, 2016.

KEDARE, S. B.; SINGH, R. P. Genesis and development of DPPH method of antioxidant assay. **J Food Sci Technol.**, v. 48, n. 4, p. 412-422, 2011.

KHATTAB, R.Y.; ARNTFIELD, S.D. Functional properties of raw and processed canola meal. **Food Science and Technology**, v. 42, n. 6, p. 1119–1124, 2009.

KINSELLA, J. E.; DAMODARAN, S.; GERMAN, B. Physicochemical and functional properties of oil seed proteins with emphasis on soy proteins. **New Protein Foods**, v. 5, p. 107–179, 1985.

KIRCHBERG, S. *et al.* Influence of particle shape and size on the wetting behavior of soft magnetic micro powders. **Powder Technology**, v. 207, n. 1-3, p. 311– 317, 2011.

KOÇ, B. *et al.* Physical properties of yoghurt powder produced by spray drying. **Journal of food science and technology**, v. 51, p. 1377-1383, 2014.

- KYRIAKOPOULOU, K. *et al.* **Plant-Based Meat Analogues. Sustainable Meat Production and Processing.** In: Sustainable Meat Production and Processing. p.103-126, 2019.
- LABUCKAS, D. O. *et al.* Phenolics from walnut (*Juglans regia* L.) kernels: antioxidant activity and interactions with proteins. **Food Chem.**, v. 107, n. 2, p. 607-612, 2008.
- LANNES, S. C. S.; MEDEIROS, M. L. Processamento de achocolatado de cupuaçu por spray-dryer. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 39, n. 1, p. 115-123, 2003.
- LATORRES, J. M. *et al.* Functional and antioxidant properties of protein hydrolysates obtained from white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). **Journal of Food Science and Technology**, v. 55, n. 2, p. 721–729, 2018.
- LATORRES, J. M. *et al.* Isolado proteico de farinha de arroz: caracterização e propriedades funcionais. **Vetor**, v. 24, n. 1, p. 53-65, 2014.
- LAWAL, O. S. Kosmotropes and chaotropes as they affect functionality of a protein isolate. **Food Chemistry**, v. 95, n. 1, p. 101–107, 2006.
- LEAL, A. R. *et al.* **Qualidade do óleo obtido a partir de diferentes classificações de amêndoa de castanha-de-caju.** Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 232, Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2022, 21p.
- LEE, Y. J. *et al.* Nut consumption has favorable effects on lipid profiles of Korean women with metabolic syndrome. **Nutrition research**, v. 34, n. 9, p. 814-820, 2014.
- LESTARI, D.; MULDER, W.; SANDERS, J. Improving *Jatropha curcas* seed protein recovery by using counter current multistage extraction. **Biochemical Engineering Journal**, v. 50, n. 1-2, p. 16–23, 2010.
- LIMA, J. R. *et al.* Obtaining cashew kernel protein concentrate from nut processing by-product and its use to formulate vegetal burger. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 24, n. e2020232, p. 1-9, 2021.
- LIMA, J. R. *et al.* Replacement of peanut by residue from the cashew nut kernel oil extraction to produce a type paçoca candy. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 41, n. 2, p. e12775, 2017.
- LIMA, J. R. *et al.* Vegetal burgers of cashew fiber and texturized soy protein. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 3, p. 1-7, 2016.
- MACÊDO, M. L. **Viabilidade econômica do cultivo irrigado do cajueiro anão precoce na agricultura familiar.** 2013. 75 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE, 2013.
- MAH, E. *et al.* Cashew consumption reduces total and LDL cholesterol: a randomized, crossover, controlled-feeding trial. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 105, n. 5, p. 1070-1078, 2017.
- MAO, X.; HUA, Y. Composition, structure and functional properties of protein concentrates and isolates produced from walnut (*Juglans regia* L.). **International Journal of Molecular Sciences**, v. 13, n. 2, p. 1561-1581, 2012.
- MARIOD, A. A.; FATHY, S. F.; ISMAIL, M. Preparation and characterisation of protein concentrates from defatted kenaf seed. **Food Chemistry**, v. 123, n. 3, p. 747–752, 2010.



- MARIOTTI, F; GARDNER, C. D. Dietary protein and amino acids in vegetarian diets - A review. **Nutrients**, v. 11, n. 11, p. 1-19, 2019.
- MCLAUGHLIN, J. L. Crown gall tumors on potato discs and brine shrimp lethality: two simple bioassays for higher plant screening and fractionation. In: DEY, P.; HARBORNE, J.; HOSTETTMANN, K. (Eds.). **Methods in Plant Biochemistry**. 6. ed. London: Academic Press, p. 1-32, 1991.
- MEJRI, F. *et al.* In vitro and in vivo biological properties of pea pods (*Pisum sativum* L.). **Food Bioscience**, v. 32, n. 4, p. e100482, 2019.
- MELINA, V.; CRAIG, W.; LEVIN, S. Position of the academy of nutrition and dietetics: Vegetarian diets. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, v. 116, n. 12, p. 1970– 1980, 2016.
- MEYER, B. N. *et al.* Brine shrimp: A convenient general bioassay for active plant constituents. **Journal of Medical Plant Research**, v. 45, n. 1, p. 31-34, 1982.
- MINIM, V. P. R. **Análise Sensorial: Estudos com Consumidores**. 4. ed. Viçosa: Editora UFV, 2018.
- MIRANDA, E. M. *et al.* Avaliação de cor e textura de pão de forma integral com grãos de fabricação industrial e artesanal. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 11, n. 2, p. 322-327, 2021.
- MIRANDA, T. M.; VIANA, E. S. M. Avaliação da qualidade proteica da ervilha. **Gl.Sci.Technol**, v. 10, n. 01, p. 69-77, 2017.
- MOHAN, V. *et al.* Cashew nut consumption increases HDL cholesterol and reduces systolic blood pressure in Asian Indians with type 2 diabetes: a 12-week randomized controlled trial. **The Journal of Nutrition**, v. 14, n. 1, p. 63-69, 2018.
- MONTESANO, D. *et al.* Biopeptides from vegetable proteins: New scientific evidences. **Current Opinion in Food Science**, v. 31, p. 31-37, 2020.
- MOURE, A. *et al.* Functionality of oilseed protein products: A review. **Food Research International**, v. 39, n. 9, p. 945–963, 2006.
- MUNE, A. M. M. *et al.* Optimizing functional properties during preparation of cowpea protein concentrate. **Food Chemistry**, v. 154, p. 32–37, 2014.
- NAZIR, A.; SCHROËN, K.; BOOM, R. Premix emulsification: A review. **Journal of Membrane Science**, v. 362, n. 1-2, p. 1-11, 2010.
- NEIRO, E. S. *et al.* Análise de cor de para discriminação de seis variedades de cana-de-açúcar em quatro épocas de colheita no ano. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – SBSR, 16., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos: Instituto Brasileiro de Pesquisas Espaciais, p. 274-281. 2013.
- NEURATH, H.; BULL, H. B. The surface activity of proteins. **Chemical Reviews**, v. 23, n. 3, p. 391-435, 1938.
- NGUTA, J. M. *et al.* Evaluation of acute toxicity of crude plant extracts from Kenyan biodiversity using brine shrimp, *Artemia salina* L. (*Artemiidae*). **Open Conf Proc J.**, v. 3, n. 10, p. 30–34, 2012.

- OGUNWOLU, S. *et al.* Production of protein concentrate and isolate from cashew (*Anacardium occidentale* L.) nut. **African Journal of Food Agriculture nutrition and development**, v. 10, n. 5, p. 1-14. 2010.
- OGUNWOLU, S. O. *et al.* Functional properties of protein concentrates and isolates produced from cashew (*Anacardium occidentale* L.) nut. **Food Chemistry**, v. 119, n. 1, p. 852–858, 2009.
- OLOJEDE, A. O.; SANNI, A. I.; BANWO, K. Effect of legume addition on the physiochemical and sensorial attributes of sorghum-based sourdough bread. **LWT**, v. 118, n. 6, p. e108769, 2020.
- ORDÓÑEZ, J. A. *et al.* **Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos**. v. 1. Porto Alegre: Artmed, 2005.
- ORLOSKI, A. R. *et al.* Elaboração de biscoito cream cracker adicionado de farinha de linhaça e com teor reduzido de sódio: avaliação físico-química e sensorial. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 75, n. 1692, p. 1-12, 2016.
- ORO, T. *et al.* Propriedades de pasta de mesclas de farinha integral com farinha refinada usadas na produção de pães. **Ciência Rural**, v. 43, n. 4, p. 754-760, 2013.
- OSBORNE, T. **Process of extracting zein**. US patent 456,773, 1891.
- OZDAL T. *et al.* A review on protein-phenolic interactions and associated changes. **Food Research International**, v. 51, n. 2, p. 954-970, 2013.
- PELEG, M.; BAGLEY, E. B. **Physical properties of foods**. 1. Ed. AVI Publishing Co. Inc., Westport, 1983.
- PEREIRA FILHO, A. **Uma abordagem bibliográfica sobre bebidas vegetais: seu potencial econômico, consumo, características de Composição e processo produtivo**. 2020. 38f. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020.
- PERICIN, D. *et al.* Evaluation of solubility of pumpkin seed globulins by response surface method. **Journal of Food Engineering**, v. 84, n. 4, p. 591–594, 2008.
- PLUHAR, E. B. Meat and morality: Alternatives to factory farming. **Journal of agricultural and environmental ethics**, v. 23, n. 5, p. 455-468, 2010.
- PORTE, A. *et al.* Propriedades funcionais tecnológicas das farinhas de sementes de mamão (*Carica papaya*) e de abóbora (*Cucurbita sp*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 13, n. 1, p. 91-96, 2011.
- RODRÍGUEZ-AMBRIZ, S. L. *et al.* Composition and functional properties of *Lupinus campestris* protein isolates. **Plants Foods for Human Nutrition**, v. 60, n. 3, p. 99-107, 2005.
- RUBIO, N. R.; XIANG, N.; KAPLAN, D. L. Plant-based and cell-based approaches to meat production. **Nature Communications**, v. 11, n. 6276, p. 1-11, 2020.
- RUFINO, M. S. M. *et al.* Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chem.**, v. 121, p. 996 – 1002, 2010.
- RUSU, I. E. *et al.* Advanced Characterization of Hemp Flour (*Cannabis sativa* L.) from Dacia Secuieni and Zenit Varieties, Compared to Wheat Flour. **Plants**, v. 10, n. 1237, p. 1-14, 2021.

- SANTANA, G. S. ; OLIVEIRA FILHO, J. G.; EGEEA, M. B. Características tecnológicas de farinhas vegetais comerciais. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 2, p. 88-95, 2017.
- SANTOS, C. T. **Farinha da semente de jaca**: caracterização físico-química e Propriedades funcionais. 2009, 73f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2009.
- SARI, Y. W.; BRUINS, M. E.; SANDERS, J. P. M. Enzyme assisted protein extraction from rapeseed, soybean, and microalgae meals. **Industrial Crops and Products**, v. 43, n. 1, p. 78–83, 2013.
- SCHWENZFEIER, A.; WIERENGA, P. A.; GRUPPEN, H. Isolation and characterization of soluble protein from the green microalgae *Tetraselmis* sp. **Bioresource Technology**, v. 102, n. 19, p. 9121-9127, 2011.
- SHENG, L. *et al.* Influence of high-intensity ultrasound on foaming and structural properties of egg white. **Food Research International**, v. 108, p. 604–610, 2018.
- SHEWRY, P. R. Seed Proteins. *In: Seed technology and its biological basis*. 1 ed. England: Sheffield, p. 42-84. 2000.
- SILVA-SÁNCHEZ, C. *et al.* Functional and Rheological Properties of Amaranth Albumins Extracted from Two Mexican Varieties. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 59, n. 1, p. 169-174, 2004.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 3 ed. Viçosa: UFV, 2002.
- SINGH, B. *et al.* Phenolic composition and antioxidant potential of grain legume seeds: A review. **Food Research International**, v. 101, p. 1–16, 2017.
- SINGHAL, S. *et al.* A comparison of the nutritional value of cow's milk and nondairy beverages. **Journal of pediatric gastroenterology and nutrition**, v. 64, n. 5, p. 799-805, 2017.
- SOUZA, J. M. L. *et al.* Caracterização de amêndoas de cupuaçu despelculadas e torta parcialmente desengordurada. **II Seminário da Embrapa Acre de Iniciação Científica e Pós-Graduação**, p. 141-146, 2020.
- SOUZA, I. S. **Avaliação da capacidade antioxidante e compostos fenólicos em três sementes oleaginosas**: castanha-do-brasil, castanha de caju e noz pecã. 2018. 81f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição). Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição, Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, Araraquara – SP, 2018.
- SOUZA, R. M. **Corantes naturais alimentícios e seus benefícios à saúde**. 2012. 65f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia). Centro Universitário Estadual da Zona Oeste, Rio de Janeiro - RJ, 2012.
- SOUZA, M.W. S. *et al.* Centesimal composition and functional technological properties of passion fruit rind flour. **Alimentos e Nutrição**, v. 19, n. 1, p. 33-36, 2008.
- SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**: guia ilustrado para identificação das famílias de fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II. 2. Ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008.
- SREERAMA, Y. N. *et al.* Phenolic compounds in cowpea and horse gram flours in comparison to chickpea flour: Evaluation of their antioxidant and enzyme inhibitory

- properties associated with hyperglycemia and hypertension. **Food chemistry**, v. 133, n. 156-162, 2012.
- SUMMO, C. *et al.* Nutritional, physico-chemical and functional characterization of a global chickpea collection. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 84, p. 103306, 2019.
- SWAIN, T.; HILLS, W. E. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. I- quantitative analysis of phenolics constituents. **Journal of the science of food and agriculture**, v. 10, n. 1, p. 63-68, 1958.
- TANG, C.; CHOI, S.; MA, C. Study of thermal properties and heat-induced denaturation and aggregation of soy proteins by modulated differential scanning calorimetry. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 40, n. 2, p. 96–104, 2007.
- TAVARES, J. A. S. *et al.* Mudanças funcionais de farinha de arroz torrada com micro-ondas em função do teor de umidade e do tempo de processamento. **Revista Ciência Rural**, v. 42, n. 6, p. 1102–1109, 2012.
- THE GOOD FOOD INSTITUTE. **O recorde de US \$ 3,1 bilhões investidos em proteínas alternativas em 2020 sinaliza o crescimento do mercado de proteínas sustentáveis**. EUA, 18 mar. 2021.
- THE GOOD FOOD INSTITUTE. **Indústria de Proteínas Alternativas 2020**. 1. Ed. The Good Food Institute Brazil, Estados Unidos, p. 3 - 30, 2020.
- TORREZAN, R. *et al.* Effects of high pressure on functional properties of soy protein. **Food Chemistry**, v. 104, n. 1, p. 140–147, 2007.
- TUSO, J. P. *et al.* Nutritional Update for Physicians: Plant-Based Diets. **The Permanente Journal**, v. 17, n. 2, p. 61–66, 2013.
- TZIVA, M. *et al.* Understanding the protein transition: The rise of plant-based meat substitutes. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 35, p. 217-231, 2020.
- VELP SCIENTIFICA. **Operating Manual NDA Series Dumas Nitrogen Analyzer**. Italy, 2019 (Rev F 11/20/19), 145 p.
- VICKERY, H. B. The protein of plants. **Physiological Reviews**, v. 25, n. 1, p. 347-376, 1945.
- VIEIRA, L. M. *et al.* Fenólicos totais e capacidade antioxidante *in vitro* de polpas de frutos tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p. 888-897, 2011.
- WANG, S. H. *et al.* Absorção de água e propriedades espumantes de farinhas extrusadas de trigo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 2, p. 457-481, 2006.
- WESTHOEK, H. *et al.* Food choices, health and environment: Effects of cutting Europe's meat and dairy intake. **Global Environmental Change**, v. 26, n. 1, p. 196-205, 2014.
- XU, B. J.; YUAN, S. H.; CHANG, S. K. Comparative analyses of composition, antioxidant capacity, and color of cool season legumes and Other selected food legumes. **Journal of Food Science**, v. 72, n. 2, p. S167-S177, 2007.
- YASUMATSU, K. *et al.* Whipping and emulsifying properties of soybean products. **Agricultural and Biological Chemistry**, v. 36, n. 5, p. 719-727, 1972.
- YANG, J. *et al.* Antioxidant and antiproliferative activities of common edible nut seeds. **Food Science Technology**, v. 42, n. 1, p. 1-8, 2009.

YIN, S. *et al.* Effects of limited enzymatic hydrolysis with trypsin on the functional properties of hemp (*Cannabis sativa* L.) protein isolate. **Food Chemistry**, v. 106, n. 3, p. 1004–1013, 2008.

YU, J.; AHMEDNA, M.; GOKTEPE, I. Peanut protein concentrate: Production and functional properties as affected by processing. **Food Chemistry**, v. 103, n. 1, p. 121-129, 2007.

ZHAO, J. *et al.* Immune and genomic correlates of response to anti-PD-1 immunotherapy in glioblastoma. **Nature medicine**, v. 25, n. 3, p. 462-469, 2019.

## APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O (A) Sr.(a) está sendo convidado(a) para participar como voluntário de uma atividade de pesquisa de mestrado intitulado “Propriedades funcionais tecnológicas de concentrado proteico obtido a partir de amêndoas da castanha de caju (*Anacardium occidentale* L.)”, sob a coordenação da Dra. Ana Paula Dionísio e mestranda Neilane Gomes da Rocha (UFC).

O propósito desta pesquisa é comparar diferentes tipos de concentrados proteicos: amêndoa da castanha de caju, arroz, ervilha e soja. Para definição do processo, lhe será solicitado comparecer ao Laboratório de Análise Sensorial, onde em cerca de 15 minutos realizará os testes sensoriais.

Você não será remunerado por esta atividade, porém contribuirá imensamente com esta pesquisa de mestrado. Sua participação não é obrigatória, e, a qualquer momento, você poderá desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com as instituições. Ainda lhe será garantido o sigilo que assegure a privacidade da sua identidade, como também a confidencialidade de todos os resultados obtidos, os quais somente serão divulgados em relatórios e/ou artigos diretamente relacionados aos objetivos desta pesquisa e pelos pesquisadores deste projeto.

A análise sensorial destes produtos não oferece riscos à saúde, contudo se ocorrer algum desconforto durante ou até 12h após a análise, você será encaminhado ao serviço público de saúde.

Após ter sido esclarecido sobre as informações acima, no caso de concordar em fazer parte do estudo, por favor assinar ao final do documento. Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone do pesquisador responsável, podendo tirar dúvidas do projeto e de sua participação.

\_\_\_\_\_  
**Ana Paula Dionísio (Pesquisadora)**  
 Embrapa Agroindústria Tropical – (85) 3391-7327

Eu, \_\_\_\_\_

declaro, para os devidos fins, que li as informações contidas neste documento, fui devidamente informado pela pesquisadora responsável sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o consentimento a qualquer momento, sem que isso leve a qualquer penalidade. Declaro ainda que recebi uma cópia deste Termo de Consentimento. Deste modo, concordo em participar, como voluntário, do projeto de pesquisa acima descrito.

Teresina – PI, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
 Participante

\_\_\_\_\_  
**Neilane Gomes da Rocha (Mestranda)**  
 (Responsável pelo teste – (86) 98800-1046)

## APÊNDICE B – FICHA DA ANÁLISE SENSORIAL

### ANÁLISE SENSORIAL - CONCENTRADOS PROTEICOS

NOME: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Sexo: ( ) Feminino ( ) Masculino ( ) Prefiro não informar

Idade: ( ) <25 ( ) 25 - 35 ( ) 36 - 45 ( ) 46 - 55 ( ) 56 - 65

Escolaridade: ( ) Ens. Médio Completo ( ) Superior Incompleto ( ) Superior Completo  
( ) Especialização ( ) Mestrado ( ) Doutorado

- 1) Você é intolerante ou alérgico a produtos que contenham amêndoas de castanha de caju, arroz, ervilha ou soja? ( ) Sim ( ) Não Se sim, quais: \_\_\_\_\_
- 2) Você gosta de amêndoas de castanha de caju? ( ) Sim ( ) Não
- 3) Você tem o hábito de consumir amêndoas de castanha de caju? ( ) Sim ( ) Não
- 4) Você tem o hábito de consumir fontes de proteína? ( ) Sim ( ) Não
- 5) Você tem o hábito de consumir proteínas concentradas? ( ) Sim ( ) Não

**Você está sendo convidado(a) a realizar uma avaliação sensorial olfativa e visual com 04 amostras de Concentrados Proteicos: amêndoas de castanha de caju, arroz, ervilha e soja.**

Você está recebendo **04 AMOSTRAS de Concentrados Proteicos**. Por favor, avalie cada amostra e utilize a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou desgostou das amostras em relação a aparência, aroma e impressão geral. Avalie as amostras da esquerda para a direita.

9 – Gostei extremamente

8 – Gostei muito

7 – Gostei moderadamente

6 – Gostei ligeiramente

5 – Nem gostei e nem desgostei

4 – Desgostei ligeiramente

3 – Desgostei moderadamente

2 – Desgostei muito

1 – Desgostei extremamente

CÓDIGO DA AMOSTRA	APARÊNCIA	AROMA	IMPRESSÃO GERAL

Comentários: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Em relação a **APARÊNCIA**, avalie as amostras expressando sua **PREFERÊNCIA** de acordo com a escala abaixo.

MAIS GOSTEI \_\_\_\_\_ MENOS GOSTEI

Em relação ao **AROMA**, avalie as amostras expressando sua **PREFERÊNCIA** de acordo com a escala abaixo.

MAIS GOSTEI \_\_\_\_\_ MENOS GOSTEI

Em relação a **IMPRESSÃO GERAL**, avalie as amostras expressando sua **PREFERÊNCIA** de acordo com a escala abaixo.

MAIS GOSTEI \_\_\_\_\_ MENOS GOSTEI

Avalie as amostras recebidas expressando sua **INTENÇÃO DE CONSUMIR** de acordo com a escala abaixo.

- 5 – Certamente consumiria
- 4 – Provavelmente consumiria
- 3 – Talvez consumiria, talvez não consumiria
- 2 – Provavelmente não consumiria
- 1 – Certamente não consumiria

CÓDIGO DA AMOSTRA	INTENÇÃO DE CONSUMIR

Comentários: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Avalie as amostras recebidas expressando sua **INTENÇÃO DE COMPRA** de acordo com a escala abaixo.

- 5 – Certamente compraria
- 4 – Provavelmente compraria
- 3 – Talvez compraria, talvez não compraria
- 2 – Provavelmente não compraria
- 1 – Certamente não compraria

CÓDIGO DA AMOSTRA	INTENÇÃO DE COMPRA

Comentários: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_