



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS NATURAIS**

**JÉSSICA BEZERRA MACIEL**

**USO DA FIBRA DESIDRATADA DO PEDÚNCULO DO CAJU EM FORMULAÇÕES  
DE PRODUTOS *PLANT-BASED***

**FORTALEZA – CEARÁ**

**2022**

JÉSSICA BEZERRA MACIEL

USO DA FIBRA DESIDRATADA DO PEDÚNCULO DO CAJU EM FORMULAÇÕES DE  
PRODUTOS *PLANT-BASED*

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ciências Naturais. Área de Concentração: Recursos Naturais.

Orientadora: Profa Dra. Deborah dos Santos Garruti

Co-orientadora: Dra Ana Paula Dionísio

FORTALEZA – CEARÁ

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Universidade Estadual do Ceará

Sistema de Bibliotecas

Maciel, Jéssica Bezerra .

Uso da fibra desidratada do pedúnculo do caju em formulações de produtos plant-based [recurso eletrônico] / Jéssica Bezerra Maciel. - 2022

Um arquivo no formato PDF do trabalho acadêmico com 92 folhas.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia, Mestrado Acadêmico em Recursos Naturais, Fortaleza, 2022.

Área de concentração: Aproveitamento de Recursos Naturais.

Orientação: Prof.<sup>a</sup> Dra. Deborah dos Santos Garruti.

Coorientação: Prof.<sup>a</sup> Dra. Ana Paula Dionísio.

1. Anacardium Occidentale; . 2. Ervilha; . 3. Grão-de-bico; . 4. Lentilha; . 5. Proteínas vegetais; 6. Análise sensorial. I. Título.

JÉSSICA BEZERRA MACIEL

USO DA FIBRA DESIDRATADA DO PEDÚNCULO DO CAJU EM FORMULAÇÕES DE  
PRODUTOS *PLANT BASED*

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ciências Naturais. Área de Concentração: Recursos Naturais.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Deborah dos Santos Garruti

Co-orientadora: Dra Ana Paula Dionísio

Aprovado em: 24 de janeiro de 2022

BANCA EXAMINADORA



---

Profa. Dra. Deborah dos Santos Garruti

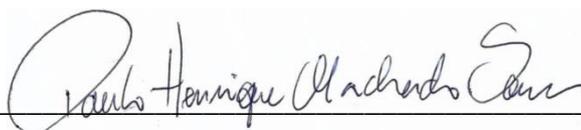
Embrapa Agroindústria Tropical



---

Profa. Dra. Ana Paula Dionísio

Embrapa Agroindústria Tropical



---

Prof. Dr. Paulo Henrique Machado de Sousa

Universidade Federal do Ceará - UFC

“Por isso, não abram mão da confiança que vocês têm; ela será ricamente recompensada. Vocês precisam perseverar, de modo que, quando tiverem feito a vontade de Deus, recebam o que ele prometeu; pois em breve, muito em breve, “Aquele que vem virá e não tardará. Mas o meu justo viverá pela fé. E, se retroceder, não me agradarei dele”. Nós, porém, não somos dos que retrocedem e são destruídos, mas dos que creem e são salvos.” (Hebreus 10:35-39)

## AGRADECIMENTOS

A Deus, meu eterno rei, soberano e príncipe da paz. Que me permitiu chegar até aqui, me garantindo tudo que fosse necessário para que esta caminhada pudesse ser concluída com sucesso.

Aos meus familiares, em especial a minha mãe, meu porto seguro, que sempre me encoraja e me faz sentir capaz em todas as batalhas que me ponho a lutar.

Ao meu noivo, que amo profundamente, por toda motivação e companheirismo, que partilha diretamente comigo de todos os momentos difíceis, me dando forças para não desistir.

À minha grande amiga Joyce Reis, que conheci no programa de mestrado. Obrigada por ter me acompanhado por estes dois anos, pelas conversas que me motivaram e trouxeram bastante alívio. Agradeço sempre a Deus, porque sei que Ele colocou você na minha vida como um presente, pois sabia que esta jornada não seria fácil, e eu precisaria de uma pessoa incrível como você.

Aos meus colegas do Laboratório de Análise de Alimentos (LAA) da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza – CE, Hilton, Joabson, Maiza, Jonas e Emilly por toda ajuda que me deram neste percurso, e em especial a Yago de Oliveira e Sofia Ivinlin, por toda parceria e amizade, por tornarem a rotina mais fácil, e por partilharem das crises comigo, serei sempre grata!

À técnica do laboratório, Dra. Idila Araújo, por todo o carinho e dedicação que teve ao me ajudar no desenvolvimento deste estudo, sua competência é inspiradora.

À minha orientadora, meu grande exemplo, Dra. Deborah Garruti, por toda paciência, gentileza e motivação. O aprendizado que a senhora me proporcionou me fez crescer como estudante, profissional e ser humano, sou imensamente grata por ter aceitado meu convite no início desta jornada, e sempre ter se mostrado confiante!

À Dra. Ana Paula Dionísio, por sua co-orientação, sempre disposta a ajudar e fazer o projeto caminhar, pelo encorajamento e os preciosos ensinamentos que me proporcionou.

Ao professor Dr. Paulo Henrique, pela disponibilidade e colaboração neste estudo.

À empresa Itaueira por ter gentilmente cedido a fibra do caju para o desenvolvimento deste estudo e à Embrapa Hortaliças que doou as leguminosas. Aos provadores dos testes sensoriais, que mesmo em tempos de pandemia se dispuseram a participar.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais da Universidade Estadual do Ceará, por me possibilitar grande aprendizado e por proporcionar enriquecimento pessoal e profissional.

À Embrapa Agroindústria Tropical, que permitiu o desenvolvimento desta pesquisa.

À CAPES pela bolsa concedida.

"This work was supported by a research grant from the nonprofit The Good Food Institute".

## RESUMO

Alimentos *plant-based* são elaborados com matérias-primas vegetais, de modo a atender as necessidades alimentares de pessoas que buscam reduzir o consumo de carne. Dentre os produtos utilizados, a fibra do pedúnculo do caju tem se mostrado altamente promissora. No entanto, a comercialização da fibra úmida como ingrediente para a indústria torna-se inviável, além de seu teor proteico ser baixo, sendo necessário um enriquecimento com outros vegetais. Desse modo, o objetivo deste estudo foi analisar a viabilidade da utilização da fibra do caju desidratada na formulação de produtos *plant-based*, em especial de hambúrgueres vegetais enriquecidos com diferentes leguminosas. Inicialmente foi obtida a fibra do caju liofilizada e realizada a caracterização da sua composição centesimal. Em seguida, foram realizadas sessões de grupo focal com estudantes e profissionais de gastronomia para avaliar as possibilidades de sua utilização em produtos *plant-based*. Foram levantados e elaborados diversos produtos: salsicha de fibra do caju e grão-de-bico; coxinha de fibra do caju e casca de batata; quibe de fibra do caju, hambúrguer de fibra do caju e semente de chia; e hamburger de fibra do caju e ervilha, o qual foi escolhido para ser desenvolvido. Além da ervilha, foram escolhidas também as leguminosas grão-de-bico e lentilha para fazer o enriquecimento proteico do produto, as quais foram submetidas à caracterização quanto à sua composição centesimal e cor. Foi definido o uso de 20% de fibra do caju. Cada formulação foi comparada a duas marcas comerciais de hamburger vegetal, uma sem fibra do caju (AC1) e outra com (AC2), por meio de testes sensoriais de aceitação, determinação da composição centesimal, análises de cor e textura. A fibra do caju liofilizada apresentou alto teor de fibras de TDF (79%), SDF (59%), IDF (20%) e um teor de proteína de 13,8%. A composição centesimal das leguminosas demonstrou que elas são boas fontes proteicas, com teor de proteína entre 23,4% e 27,4%. A aceitação global e do sabor das formulações de fibra do caju com leguminosas ficou em torno de 6, correspondendo a “gostei pouco” na escala hedônica, próxima à aceitação dos produtos comerciais. Quanto à aparência, as formulações com grão-de-bico e lentilha apresentaram desempenho superior à amostra AC1 e semelhante à amostra AC2. No entanto, a amostra AC2 apresentou melhores resultados para textura. Considerou-se que, por não apresentar nenhum aditivo em sua formulação, hambúrgueres de fibra do caju e massa de leguminosas obtiveram boa aceitação, mostrando alta viabilidade de aceitação para o seu consumo, principalmente quando trabalhada a sua textura.

**Palavras-chave:** *Anacardium Occidentale*. Ervilha. Grão-de-bico. Lentilha. Proteínas vegetais. Análise sensorial.

## ABSTRACT

Plant-based foods are made with vegetable raw materials only in order to meet the dietary needs of people seeking to reduce meat consumption. Among the products used, cashew peduncle fiber has shown to be highly promising. However, the commercialization of wet fiber as an ingredient for the industry becomes unfeasible. In addition, its protein content is low, and it is necessary to enrich it with other vegetables. Thus, the objective of this study was to analyze the feasibility of using dehydrated cashew fiber in the formulation of plant-based products, especially vegetable hamburgers enriched with different legumes. Initially, the freeze-dried cashew fiber was obtained and the characterization of its proximate composition was carried out. Then, focus group sessions were held with gastronomy students and professionals to evaluate the possibilities of its use in plant-based products. Several products were suggested and prepared: sausage of cashew fiber and chickpeas; cashew fiber “drumstick chicken” and potato peel; cashew fiber kibbeh, burger of cashew fiber and chia seed; and burger of cashew fiber and pea, which was chosen to be developed. In addition to peas, chickpeas and lentils were also chosen for the protein enrichment of the product, which were subjected to characterization regarding their proximate composition and color. The use of 20% cashew fiber was defined. Each formulation was compared to two commercial brands of vegetable burgers, one without cashew fiber (AC1) and the other with (AC2), through sensory acceptance tests, determination of proximate composition, color and texture analysis. The freeze-dried cashew fiber had a high fiber content of TDF (79%), SDF (59%), IDF (20%) and a protein content of 13.8%. The proximate composition of the legumes showed that they are good protein sources, with a protein content between 23.4% and 27.4%. The global and flavor acceptance of cashew fiber formulations with legumes was around 6, corresponding to “Liked slightly” on the hedonic scale, close to the acceptance of commercial products. As for the appearance, the formulations with chickpeas and lentils presented superior performance to the AC1 and similar to the AC2 products. However, AC2 showed better results for texture. It was considered that, as it does not present any additives in its formulation, burgers of cashew fiber and legume pasta obtained good acceptance, showing high feasibility of acceptance for its consumption, especially if its texture is worked.

**Keywords:** *Anacardium Occidentale*. Pea, Chickpea. Lentil. Vegetable proteins. Sensory analysis.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 –</b>	<b>Sementes da cultivar Mikado de Ervilha .....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 2 –</b>	<b>Sementes da cultivar Cícero de Grão-de-bico .....</b>	<b>27</b>
<b>Figura 3 –</b>	<b>Sementes da cultivar Silvina de Lentilha .....</b>	<b>28</b>
<b>Figura 4 –</b>	<b>Fluxograma de desenvolvimento do estudo.....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 5 –</b>	<b>Fibra do caju liofilizada .....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 6 –</b>	<b>Grãos <i>in natura</i> das leguminosas do programa de melhoramento genético da Embrapa Hortaliças, Brasília – DF. (A) Ervilha cv. Mikado; (B) Grão-de-bico cv. Cícero e (C) Lentilha cv. Silvina .....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 7 –</b>	<b>Massas proteicas das leguminosas (A) Ervilha Mikado; (B) Grão-de-bico Cícero e (C) Lentilha Silvina .....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 8 –</b>	<b>Espaço de cor CIE L*a*b* e L* C* h.....</b>	<b>35</b>
<b>Figura 9 –</b>	<b>Roteiro de perguntas para a condução do grupo de foco da fibra do pedúnculo de caju liofilizada .....</b>	<b>38</b>
<b>Figura 10 –</b>	<b>Hambúrgueres formulados à base de fibra do caju liofilizada e enriquecidos com massas de leguminosas (Ervilha – F10 A, B e C), Grão-de-bico (F10 D, E e F) e Lentilha (F10 G, H e I), após o processo de modelagem .....</b>	<b>41</b>
<b>Figura 11 –</b>	<b>Hambúrgueres vegetais comerciais. (A) hambúrguer vegetal comercial sem fibra do caju; (B) Hambúrguer vegetal comercial com fibra do caju .....</b>	<b>42</b>
<b>Figura 12 –</b>	<b>Apresentação das amostras de hambúrgueres para avaliação sensorial da aparência .....</b>	<b>44</b>
<b>Figura 13 –</b>	<b>Apresentação das amostras de hambúrgueres para degustação e avaliação da aceitação sensorial .....</b>	<b>44</b>
<b>Figura 14 –</b>	<b>Produtos desenvolvidos pelos voluntários do grupo focal. (A) Salsicha à base de fibra do caju e grão-de-bico; (B) Hambúrguer à base de fibra do caju e semente de chia; (C) Coxinha à base de fibra do caju e casca de batata; (D) Mini burger de caju à base de fibra do caju e ervilha e (E) Quibe à base de fibra do caju .....</b>	<b>53</b>

- Figura 15 – Histogramas das frequências (%) por região da escala hedônica para os atributos de Aceitação de Aparência (A), Global (B), Sabor (C) e Textura (D) dos hambúrgueres vegetais à base de fibra do caju liofilizada e enriquecidos com diferentes leguminosas proteicas e dos hambúrgueres vegetais comerciais ..... 62**
- Figura 16 – Mapa de Preferência para os dados de Aceitação Global (A), Aceitação da Aparência (B), Aceitação do Sabor (C) e Aceitação da Textura (D) dos hambúrgueres vegetais à base de fibra do caju liofilizada e enriquecidos com proteínas de leguminosas e de hambúrgueres vegetais comerciais ..... 66**
- Figura 17 – Histograma das frequências (%) da Intenção de Compra da aparência (A) e da degustação (B) dos hambúrgueres vegetais à base de fibra do caju liofilizada e enriquecidos com proteínas de leguminosas e de hambúrgueres vegetais comerciais e de hambúrgueres vegetais comerciais ..... 68**

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1 –</b>	<b>Formulações utilizadas na elaboração de hambúrgueres vegetal com diferentes proporções de fibra do caju e enriquecidos com leguminosas proteicas .....</b>	<b>40</b>
<b>Tabela 2 –</b>	<b>Informações do rótulo dos hambúrgueres vegetais comerciais .....</b>	<b>42</b>
<b>Tabela 3 –</b>	<b>Caracterização química da fibra do caju liofilizada .....</b>	<b>48</b>
<b>Tabela 4 –</b>	<b>Perfil dos integrantes do grupo focal realizado para o levantamento de possíveis aplicações da fibra do caju liofilizada em produtos <i>plant-based</i> .....</b>	<b>50</b>
<b>Tabela 5 –</b>	<b>Caracterização nutricional e física das leguminosas Ervilha Mikado, Grão-de-bico Cícero e Lentilha Silvina .....</b>	<b>55</b>
<b>Tabela 6 –</b>	<b>Teor proteico de hamburguer vegetal formulado com diferentes percentuais de fibra do caju liofilizada e enriquecidos com leguminosas proteicas .....</b>	<b>57</b>
<b>Tabela 7 –</b>	<b>Médias de aceitação sensorial dos atributos sabor e textura do hamburguer vegetal formulados com diferentes percentuais de fibra do caju liofilizada e enriquecidos com proteínas de leguminosas .....</b>	<b>59</b>
<b>Tabela 8 –</b>	<b>Médias de aceitação dos atributos do hambúrguer vegetal à base de fibra do caju liofilizada e enriquecidos com proteínas de leguminosas e de hambúrgueres vegetais comerciais .....</b>	<b>61</b>
<b>Tabela 9 –</b>	<b>Totais de ordenação de preferência pelo teste de Friedman para o hambúrguer vegetal à base de fibra do caju liofilizada e enriquecidos com leguminosas proteicas e para os hambúrgueres vegetais comerciais .....</b>	<b>64</b>
<b>Tabela 10 –</b>	<b>Composição nutricional de hambúrgueres vegetais à base de fibra do caju liofilizada e enriquecidos com leguminosas proteicas e dos hambúrgueres vegetais comerciais .....</b>	<b>69</b>
<b>Tabela 11 –</b>	<b>Perfil de Textura (TPA) de hambúrgueres vegetais à base de fibra do caju liofilizada e enriquecidos com diferentes leguminosas e de hambúrgueres vegetais comerciais e de hambúrgueres vegetais comerciais .....</b>	<b>72</b>

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ECC	Extrato Concentrado de Carotenoides
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
PTS	Proteína Texturizada de Soja
GFI	The Good Food Intitute
ACP	Análise de Componentes Principais
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	17
<b>2.1</b>	<b>Geral</b> .....	17
<b>2.2</b>	<b>Específicos</b> .....	17
<b>3</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	18
<b>3.1</b>	<b>Evolução do mercado e demanda <i>plant-based</i></b> .....	18
<b>3.2</b>	<b>Principais produtos desenvolvidos no mercado <i>plant-based</i></b> .....	19
<b>3.3</b>	<b>Fibra do caju para uso em alimentos <i>plant-based</i></b> .....	20
<b>3.4</b>	<b>Mercado das <i>pulses</i> como alternativa de enriquecimento proteicos para produtos <i>plant-based</i></b> .....	22
3.4.1	Ervilha .....	25
3.4.2	Grão-de-bico .....	26
3.4.3	Lentilha .....	27
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	29
<b>4.1</b>	<b>Matéria-prima</b> .....	29
4.1.2	Preparação da massa das leguminosas .....	31
<b>4.2</b>	<b>Caracterização Físico-Química das Matérias-Primas</b> .....	32
4.2.1	Composição centesimal .....	32
4.2.1.1	<i>Umidade</i> .....	32
4.2.1.2	<i>Cinzas</i> .....	32
4.2.1.3	<i>Proteínas</i> .....	33
4.2.1.4	<i>Lipídeos</i> .....	33
4.2.1.5	<i>Carboidratos</i> .....	33
4.2.1.6	<i>Fibra alimentar</i> .....	33
4.2.1.7	<i>Valor calórico</i> .....	33
4.2.1.8	<i>Cor</i> .....	34
4.2.1.9	<i>Capacidade absorção de água e óleo da fibra do caju liofilizada</i> .....	35
<b>4.3</b>	<b>Definição da Aplicabilidade da Fibra do caju no Desenvolvimento de um Produto <i>Plant-based</i></b> .....	36
4.3.1	Grupo focal .....	36
4.3.2	Amostras .....	36

4.3.3	Condução das sessões .....	37
<b>4.4</b>	<b>Formulação dos hambúrgueres de fibra do caju enriquecidos com leguminosas proteicas .....</b>	<b>38</b>
4.4.1	Definição do percentual de fibra do caju a ser utilizado nas formulações do hambúrguer vegetal enriquecido com cada leguminosa .....	39
4.4.2	Comparação das formulações escolhidas com duas amostras comerciais.....	39
4.4.3	Análise sensorial .....	42
4.4.4	Caracterização nutricional .....	45
4.4.5	Análise do perfil de textura dos hambúrgueres .....	45
<b>4.5</b>	<b>Análises estatísticas .....</b>	<b>45</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>47</b>
<b>5.1</b>	<b>Caracterização da Fibra do caju Liofilizada .....</b>	<b>47</b>
<b>5.2</b>	<b>Avaliação da fibra do caju pelo Grupo Focal e levantamento de possíveis aplicações em produtos <i>plant-based</i> análogos à carne .....</b>	<b>49</b>
<b>5.3</b>	<b>Caracterização nutricional e física das leguminosas .....</b>	<b>54</b>
<b>5.4</b>	<b>Formulação de hambúrguer vegetal de caju com enriquecimento proteico..</b>	<b>56</b>
5.4.1	Escolha da proporção de matéria-prima a ser trabalhada .....	58
<b>5.5</b>	<b>Análise sensorial das amostras experimentais e comerciais .....</b>	<b>59</b>
<b>5.6</b>	<b>Composição centesimal dos hambúrgueres vegetais experimentais e comerciais .....</b>	<b>65</b>
5.6.1	Perfil de textura dos hambúrgueres vegetais experimentais e comerciais .....	70
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>73</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>74</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>83</b>
	<b>ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA GRUPO FOCAL .....</b>	<b>84</b>
	<b>ANEXO B – FORMULÁRIO DE CARACTERIZAÇÃO DOS INTEGRANTES DO GRUPO FOCAL E LEVANTAMENTO DE CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS DA FIBRA DO CAJU LIOFILIZADA .....</b>	<b>85</b>
	<b>ANEXO C – QUESTIONÁRIO PARA CARACTERIZAÇÃO DOS PROVADORES DE ANÁLISE SENSORIAL .....</b>	<b>87</b>

<b>ANEXO D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA O PROVADOR DE SENSORIAL .....</b>	<b>88</b>
<b>ANEXO E – PARECER Nº 3.117.036 DO COMITÊ NACIONAL DE ÉTICA EM PESQUISA – CONEP .....</b>	<b>89</b>
<b>ANEXO F – FICHA DE ANÁLISE SENSORIAL PARA A ESCOLHA DA FORMULAÇÃO A SER TRABALHADA .....</b>	<b>90</b>
<b>ANEXO G – FICHA DE ANÁLISE SENSORIAL DA APARÊNCIA DOS HAMBÚRGUERES .....</b>	<b>91</b>
<b>ANEXO H – FICHA DE ANÁLISE SENSORIAL DA DEGUSTAÇÃO .....</b>	<b>92</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A indústria de alimentos vegetais vem apresentando alto crescimento devido ao número crescente de consumidores que estão interessados em alimentos à base de plantas. Antes, esse hábito era mais restrito aos grupos de consumidores veganos e vegetarianos, contudo, atualmente, outro grupo vem ganhando destaque e contribuindo para o crescimento desse setor, os chamados flexitarianos. São assim chamados por adotarem uma dieta mais flexível, com consumo de carne mais reduzido e esporadicamente, sem a intenção de evitar a ingestão desse tipo de produto totalmente (ALBUQUERQUE, 2020).

Pesquisas realizadas pelo The Good Food Institute (GFI) (2020) indicou que 50% dos brasileiros afirmaram que reduziram o consumo de alimentos com proteína animal. No geral, 52% desse público correspondem a indivíduos jovens; na sua maioria do sexo feminino (54% do total). Esse cenário estimulou o desenvolvimento de produtos similares à carne com a utilização exclusiva de plantas, denominados, em inglês, de *plant-based*, os quais vêm ganhando destaque na indústria alimentícia nacional e internacional (BONNY *et al.*, 2015).

O aquecimento do mercado para aquisição de produtos *plant-based* gerou uma demanda por ingredientes vegetais substitutos dos de origem animal, demonstrando que 47% das substituições de produtos à base de proteína animal são feitas apenas com legumes, verduras e grãos. Essas substituições vêm sendo realizadas de maneira gradual, visto que o público flexitariano ainda consome produtos de origem animal (THE GOOD FOOD INSTITUTE, 2020).

Dentre os ingredientes substitutos, destaca-se a fibra do pedúnculo do caju, um subproduto gerado na extração do suco (bagaço), de elevado teor de fibra dietética (12%) (PINHO *et al.*, 2011), que geralmente é usado como ração animal ou descartado. Diversos estudos têm mostrado a viabilidade de utilização da fibra úmida do caju como ingrediente básico na elaboração de hambúrguer vegetal, com boa aceitação sensorial (GALVÃO, 2006; LIMA, 2008) e também enriquecido com proteínas de soja (LIMA *et al.*, 2016) e feijão-caupi (LIMA *et al.*, 2018), uma vez que a fibra do caju apresenta baixo teor proteico, sendo necessário o desenvolvimento de combinações de vegetais que possam enriquecer nutricionalmente esse produto.

Contudo, a comercialização da fibra do caju úmida como ingrediente para a indústria de alimentos torna-se inviável, devido ao grande impacto do volume e peso no custo do transporte, além da necessidade da utilização da cadeia de frio, pois o material úmido é altamente perecível, podendo entrar em fermentação em poucas horas à temperatura ambiente.

Dessa forma, torna-se necessário trabalhar com a fibra desidratada, permitindo maiores oportunidades de comercialização, visto que seu tempo de vida útil é elevado, melhorando sua estocagem e transporte (PINHO, 2011).

Quanto ao enriquecimento proteico de produtos obtidos à base de fibra do caju, diversas leguminosas tornam-se alternativas viáveis para melhoramento da sua qualidade nutricional, uma vez que podem ser consideradas como fontes de proteínas e fibras. No geral, grãos de algumas leguminosas podem apresentar teores de proteína entre 19,6 e 28,8 % (peso seco) e teor de fibras alimentares entre 23,9 a 45,5%, favorecendo seu uso para o desenvolvimento de produtos alternativos aos cárneos (VELASQUEZ; BHATHENA, 2007; ALLENDE, DIAZ; AGUERO, 2017).

Dentre as principais plantas utilizadas para o enriquecimento do teor proteicos de produtos alimentícios, encontram-se a soja e o feijão, porém estudos já foram publicados com a utilização da ervilha, que é rica em proteína bruta (13%) e aminoácidos essenciais; grão-de-bico, que além de proteínas (12%) contém carboidratos, minerais, vitaminas e ferro, apresentando ainda maior digestibilidade que outras leguminosas; e lentilha, que além do alto teor de proteínas (17%), contém carboidratos, cálcio e magnésio, possuindo ainda alta atividade antioxidante (NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO, 2011; SALATA *et al.*, 2011; FAGUNDES *et al.*, 2013).

Assim, o desenvolvimento de produtos *plant-based* a partir da utilização de fibra do caju desidratada com o enriquecimento proteico de leguminosas como ervilha, grão-de-bico e lentilha, apresenta-se como uma grande oportunidade de investimento para as indústrias alimentícias, visto que o baixo custo da fibra apresenta grande potencial para aplicação em larga escala, aproveitando um material que seria descartado. Além disso, a diversificação de produtos na prateleira do supermercado contribuirá para o fortalecimento desse novo mercado, garantindo que os produtos ofertados atendam à demanda dos grupos populacionais que fazem o consumo de produtos *plant-based*, bem como possam expandir a utilização de proteínas vegetais no mercado brasileiro.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Geral

Avaliar a possibilidade de utilização da fibra do caju desidratada no desenvolvimento de produtos análogos à carne (*plant-based*) que apresentem boas características nutricionais e elevada aceitação sensorial.

### 2.2 Específicos

- Prospectar, a partir da metodologia de grupo focal, a diversidade de produtos *plant-based* que podem ser elaborados à base de fibra do caju liofilizada para produção e comercialização em larga escala.
- Avaliar a viabilidade da utilização da fibra do caju desidratada na formulação de um produto *plant-based* enriquecido com três diferentes leguminosas.
- Avaliar a composição centesimal, as características físicas de qualidade (cor e textura) e a aceitabilidade sensorial dos produtos desenvolvidos.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Evolução do mercado e demanda de alimentos *plant-based*

Alimentos *plant-based*, ou seja, à base de plantas, são elaborados por meio da utilização de matérias-primas vegetais, de modo que possam suprir as necessidades alimentares de pessoas que buscam reduzir ou eliminar o consumo de carne, como os veganos, vegetarianos e flexitarianos. A finalidade dessa produção é aproximar esses alimentos de base vegetal a alimentos de base animal, proporcionando sabor e textura semelhantes (MERCADO, 2021).

Essa alternativa vem revolucionando a indústria alimentícia, pela alta demanda de consumidores nos últimos anos, no qual, cerca de 42% dos consumidores mundiais afirmam estarem reduzindo o consumo de produtos de origem animal. Devido a isso, o crescimento evidente do consumo de alimentos *plant-based* impõe à indústria alimentícia mudanças e adaptações para esse mercado que vem se formando (MASCARAQUE, 2021; MACIEL NETO, 2019).

Pesquisas realizadas pelo The Good Food Institute (GFI), em parceria com a Snapcart (2018), com indivíduos que já reduzem ou pretendem reduzir o consumo de produtos de origem animal, descreveram que as principais razões que levam esses indivíduos à mudança de hábitos alimentares com a redução ou ausência de consumo de carne são em sua maioria a preocupação com a saúde (59%), seguida de preocupação com os animais (17%), restrições médicas (11%), questões éticas (3%), preocupação com o meio ambiente (3%), questões religiosas (2%), questões familiares (2%) e questões sociais (1%), no qual a carne bovina é o foco da redução desse consumo.

O mercado de produtos *plant-based*, no Brasil, demonstrou, na segunda metade da década de 2010, um crescimento anual de 11%, com faturamento de US\$ 48,8 milhões no ano de 2015, e alta para 70% em 2020, ou seja, um faturamento de US\$ 82,8 milhões, apresentando ainda previsão de venda de US\$ 131,8 milhões em todo o país no ano de 2021 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SUPERMERCADOS, 2021, MERCADO, 2021).

Apesar desse mercado estar em constante crescimento, o número de pessoas que param completamente de consumir produtos de origem animal é muito baixo, correspondendo a cerca de 1% da população, o que instiga ainda mais a indústria de produtos alimentícios a desenvolver alternativas alimentares relacionadas aos produtos convencionais de alto consumo no país (THE GOOD FOOD INSTITUTE, 2019). O grupo de indivíduos flexitarianos apresenta um perfil mais “flexível” às mudanças alimentares, pois compreende as pessoas que mantêm

uma dieta vegetariana na maior parte do tempo, mas ainda assim consomem carne. Nesse grupo ainda participam aqueles que estão em transição para o vegetarianismo e evitam o consumo de produtos de origem animal, mas não eliminando-o totalmente. Não existem limites relacionados a quantidades de alimentos que podem ser ingeridos, mas no geral, consumidores flexitarianos ficam pelo menos um dia da semana sem ingerir carne. Quanto a frutos do mar, leite e derivados, não há regras para seu consumo, sendo permitidos na dieta (TORRES, 2015, HAAS, 2016).

O GFI, em parceria com o IBOPE, realizou uma pesquisa envolvendo 2000 pessoas, na qual foi observado que 49% dos participantes reduziram o consumo de carne nos últimos 12 meses (THE GOOD FOOD INSTITUTE, 2019). Em uma pesquisa anterior, o GFI havia relatado que apenas 29% dos entrevistados mantinham essa prática e que essa parcela da população foi capaz de impulsionar o mercado elevando o consumo de alimentos *plant-based* (THE GOOD FOOD INSTITUTE, 2018). O aumento considerável de consumidos flexitarianos nos últimos anos abre margem para uma maior consolidação do mercado *plant-based* no Brasil. Na mesma pesquisa foi evidenciado que os flexitarianos são formados principalmente por mulheres e jovens, sendo os homens e pessoas maiores de 55 anos os mais resistentes a essa mudança de hábitos.

O Nordeste brasileiro é a região com o maior número de pessoas adeptas à redução de consumo de produtos de origem animal, com inclusão de aproximadamente 53% da população, porém é a menor no consumo de alimentos vegetais que possam fazer essa substituição, demonstrando que não há equilíbrio entre a oferta e a demanda desses produtos de origem vegetal (THE GOOD FOOD INSTITUTE, 2019).

### **3.2 Principais produtos desenvolvidos no mercado *plant-based***

A alta demanda do mercado mundial por alimentos *plant-based* vem instigando aos grandes supermercados e empresas de *fast food* a modificarem suas listas de alimentos ofertados, adaptando seus produtos e alimentos produzidos com base em plantas e permitindo ainda que existam mais opções de escolha para substitutos de produtos lácteos e cárneos. Os principais países que fazem parte desse novo modelo de inovação e pesquisa relacionado aos produtos semelhantes à carne são França, Holanda, Alemanha, Reino Unido, Suécia e Itália, correspondendo a aproximadamente 40% das vendas desses produtos no mundo (ASKEW, 2017; MACIEL NETO, 2019).

Entretanto, os Estados Unidos é o país com o maior avanço desse mercado, com crescimento médio de 27% em termo de produtos vendidos, do ano 2019 para 2020. Os

produtos análogos à carne são os líderes desse segmento, com alta de 45%, contra 20% relacionados a leites veganos. Esses substitutos vegetais terão ainda crescimento médio anual de 12% até o ano de 2027. Somente no ano de 2020 esse segmento recebeu cerca de US\$ 3,1 bilhões em investimentos, correspondendo a mais da metade do investimento do ano de 2019 nesse ramo (THE GOOD FOOD, 2019; CARBINATTO *et al.*, 2021).

*Foodtechs* são *start-ups* que têm o objetivo de colaborar com o desenvolvimento de alimentos mais sustentáveis, como por exemplo a *Impossible Foods*, que desenvolveu o *Impossible Burger* e faz sua comercialização mediante acordo com o Burger King, ou ainda a *Beyond Meat*, que tem alguns dos seus produtos financiados por personalidades como Bill Gates e Leonardo di Caprio, e firmou parceria com o McDonald's para a comercialização de hambúrgueres veganos (CARBINATTO *et al.*, 2021).

Diversas multinacionais vêm se adaptando a esse novo mercado e implementando novas estratégias de negócios, como a Nestlé, que investiu R\$ 400 milhões em pesquisas para o desenvolvimento de produtos substitutos de carne, leite e ovos, alavancando 60% de crescimento em alimentos *plant-based* em 2019 e 2020. A BRF desenvolveu a linha Sadia Veg & Tal, com produtos como *nuggets* e hambúrgueres totalmente vegetais. Em 2020 a JBS lançou a linha “Incrível Seara”, à base de proteína de ervilha e soja, sem gordura trans, lactose, derivados de leite e ovos. Nos próximos cinco a sete anos, a Unilever tem a intenção de elevar as suas vendas com produtos *plant-based* em 1 bilhão de euros, aumentando o seu faturamento (MERCADO, 2021).

A atual oferta de produtos *plant-based* no Brasil tem ocorrido na forma de bebidas à base de amêndoas e soja, leite de aveia e outros cereais, ou ainda hambúrgueres, almôndegas e outros produtos que simulam produtos cárneos. Em razão disso, a indústria alimentícia vem passando por mudanças tecnológicas, aumentando os investimentos em pesquisa e testando novos produtos, para que possam atender a essa demanda de alimentos que fazem parte desse novo estilo de dieta alimentar (PERROTA, 2017).

### **3.3 Fibra do caju para uso em alimentos *plant-based***

O Brasil é um dos maiores produtores de frutas tropicais do mundo (BRAINER; VIDAL, 2018). Dentre elas o caju destaca-se devido ao seu valor nutricional e sua alta capacidade de aproveitamento industrial. Em 2017, a cajucultura ocupava cerca de 505 mil hectares de terra plantada com cajueiros, sendo 95,5% localizados na Região Nordeste. A alta produção dessa região gera receita de US\$ 250 milhões/ano, sendo responsável por movimentar

a economia local e disponibilizar emprego e renda ao agricultor, principalmente nas regiões semiáridas (CARNEIRO, 2008).

As partes constituintes do caju são a castanha e o pedúnculo ou pseudofruto. A castanha, fruto verdadeiro do caju, possui formato de rim e constitui cerca de 10% do peso do caju, sendo ela considerada o principal produto extraído do cajueiro. Pesquisa realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE sobre o levantamento sistemático da produção agrícola do ano de 2018, demonstrou que a região Nordeste foi responsável por 98,6% da produção do país, ganhando destaque na produção de castanha, que atingiu 83.019 mil toneladas, correspondendo a 58,72% da totalidade da produção do país (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2019). Assim, a agroindústria do caju é representada na sua grande maioria pela amêndoa (FRANÇA *et al.*, 2008).

Com relação ao pedúnculo, ele pode ser utilizado para a elaboração de doces, sucos, refrigerantes, bebidas, dentre outros produtos (Figura 3) (PAIVA, GARRUTI, SILVA NETO, 2000; PINHO, 2009). Para a obtenção do suco, o pedúnculo pode passar por um triturador, seguido de uma despoldadeira, ou diretamente em um extrator do tipo *expeller* (prensa), no qual seu rendimento irá variar de 65 a 70% (Figura 4A). Na extração do suco, obtém-se a separação do bagaço, um subproduto correspondente às fibras do pedúnculo, que muitas vezes é utilizado para produção de ração animal ou ainda descartado, o que pode gerar problemas ambientais.

A fibra do caju pode ser aproveitada para a extração de carotenoides para utilização como corante alimentar natural, devido à sua intensa coloração amarela, e após essa extração, pode ser ainda utilizada na formulação de alimentos *plant-based*, como o hambúrguer de caju (PAIVA; GARRUTI; SILVA NETO, 2000, LIMA; GARCÍA; LIMA, 2004, PAIVA, 2010, ABREU *et al.*, 2013).

No entanto, a utilização da fibra do caju para o desenvolvimento de produtos alimentícios garante, não somente a possibilidade de aplicação desse fruto, como também combater o seu elevado desperdício, pois, devido a sua rica composição nutricional e elevado teor de água, sua vida útil é reduzida, necessitando de processos de conservação eficazes que permitam sua estabilidade química e morfológica. Assim, cerca de 85% da produção do pedúnculo que é desperdiçada, correspondendo a mais de um milhão de toneladas anuais, permitiria a redução da limitação da agroindústria da cajucultura, que dá destaque essencialmente à comercialização da castanha de caju (PIRES *et al.*, 2016, PAIVA; GARRUTI; SILVA NETO, 2000; PINHO, 2009).

Por outro lado, sua alta capacidade de aproveitamento industrial, proporciona ao Brasil grandes vantagens econômicas e sociais, pois o caju cresce naturalmente nas regiões

Norte e Nordeste, com grande adaptação ao clima e solo dessas regiões, promovendo a geração de emprego e renda a população local, principalmente nos períodos de seca, considerados menos rentáveis para outros setores, equiparando o Brasil aos grandes países produtores de caju (MATTOS *et al.*, 2015; BRAINER; VIDAL, 2018).

Por apresentar rica composição de fibra bruta, a fibra do caju pode ser utilizada no desenvolvimento de alimentos *plant-based*, em especial naqueles voltados para a substituição de produtos cárneos (PAIVA, GARRUTI, SILVA NETO, 2000; PINHO, 2009). Uchoa *et al.* (2008) desenvolveu formulações de pó alimentício de resíduo de caju para utilização em pães, biscoitos, sopas, etc., porém a maioria dos estudos que envolvem a utilização do caju para o desenvolvimento de novos produtos se concentra em hambúrgueres, que podem substituir os produtos cárneos disponibilizados no mercado, visto que o consumo desse alimento se torna cada vez mais frequente na dieta da população mundial, pela sua praticidade de preparo e obtenção via mercados ou lojas de *fast-food* (PRAYSON; McMAHON; PRAYSON, 2008; GALVÃO, 2006; PINHO *et al.*; 2011; LIMA *et al.*; 2016; LIMA *et al.*, 2018; ROSA; LOBATO, 2020).

O objetivo dessas pesquisas não foi só o desenvolvimento de um produto *plant-based*, mas que pudessem disponibilizar no mercado um produto aceito sensorialmente e com qualidade nutricional. Como o teor de proteína da fibra do caju é baixo em relação aos produtos de carne, diversas pesquisas vêm focando no enriquecimento proteico de produtos obtidos a partir da fibra do caju, fazendo a incorporação de ingredientes que possam elevar esse teor (BRASIL, 2008, LIMA, 2008; LIMA *et al.*, 2016; LIMA *et al.*, 2018). Como exemplos, podemos encontrar hambúrgueres de caju formulados com fibra do caju prensada e macerada, e enriquecido com proteína texturizada de soja (LIMA *et al.*, 2016); enriquecidos com feijão-caupi (LIMA *et al.*, 2018) e ainda hambúrgueres à base de fibra do caju e de suco de caju com proteína texturizada de soja para enriquecimento proteico (ROSA; LOBATO, 2020). Entretanto, outras leguminosas, além da soja, podem fornecer quantidades de proteínas vegetais suficientes para suprir as necessidades nutricionais diárias aos serem incorporadas com outros alimentos, como a ervilha, a lentilha e o grão-de-bico (BRASIL, 2008, LIMA, 2008).

### **3.4 Mercado das *pulses* como alternativa de enriquecimento proteicos para produtos *plant-based***

*Pulse*, palavra derivada do latim *puls* (mingau), caracteriza as sementes secas que são oriundas de leguminosas, que são assim chamadas pelo fato de ao serem cozidas,

produzirem um caldo grosso ou “sopa grossa”, significado do próprio termo. As leguminosas que mais se destacam e possuem maior consumo são: feijão, ervilha seca, lentilha e grão-de-bico (ALLENDE; DIAZ; AGUERO, 2017; MADRUGA *et al.*, 2021). De acordo com a FAO (2018) elas contribuem com saúde, sendo ricas em fibras, proteínas e vitaminas, destacando-se no quesito de segurança alimentar, visto que combatem a desnutrição, diabetes, obesidade e a fome.

Apesar do seu reconhecimento e da expansão do seu consumo, a produção no Brasil ainda é baixa, necessitando de um crescimento dos atuais 19 mi ton para 39 mi de ton até o ano de 2050 para suprir a demanda exigida pelos consumidores internos. As maiores áreas cultivadas com pulses são de responsabilidade de agricultores familiares, sendo a maior parte desses grãos adquiridos por meio de importações. Pesquisas desenvolvidas pela Embrapa têm permitido, por meio de novas cultivares com maior produção e novas tecnologias, que a disponibilização dessas sementes cresçam gradativamente, no qual, futuramente, além de suprir o mercado interno, o Brasil passe a se tornar um exportador em potencial. Diante da inegável relevância das pulses, esse mercado é muito promissor e revelam altas perspectivas de crescimento (THE GOOD FOOD INSTITUTE, 2020).

Quando se inicia uma alimentação *plant-based*, é necessário ter em mente que nem todos os vegetais e leguminosas consumidos individualmente irão suprir a necessidade diária de nutrientes que o corpo humano necessita para o bom desempenho de suas atividades fisiológicas. Assim, é recomendada a combinação de alimentos de grupos diferentes para que um possa suprir a ausência dos nutrientes que faltam no outro e a dieta não gerar deficiências nutricionais. As proporções de macronutrientes recomendados pelas DRIs (*Dietary Reference Intakes*) determinam taxas para gordura, carboidrato e proteínas entre 45 a 65%, 25 a 35% e 10 a 35%, respectivamente, determinado em volume calórico total (SOCIEDADE BRASILEIRA VEGETARIANA, 2012).

As proteínas são moléculas fundamentais para a atividade do organismo, exercendo funções intracelulares e extracelulares como por exemplo função estrutural, por meio do colágeno, miosina e actina; função transportadora como a hemoglobina; atividade bioquímica por meio de enzimas, atividade energética, dentre outras. Por isso seu consumo precisa ser calculado, de modo a não ocasionar problemas pela sua redução. Os alimentos *plant-based* sempre geram grande questionamento quanto a sua eficácia em conseguir suprir a necessidade diária de proteínas do organismo humano (SILVA *et al.*, 2015).

As leguminosas ganham destaque como boas substitutas nutricionais para produtos cárneos, dentre elas a ervilha, lentilha, grão-de-bico e a soja demonstram grande potencial para

serem aplicados como enriquecedores proteicos em produtos como hambúrgueres, nuggets, almôndegas, salsichas e outros (SLYWITCH, 2018, WILLETT, 2019). A escolha dessas proteínas alternativas ou de produtos que possam fazer essa substituição é impulsionada por fatores como preço, sabor e conveniência, de modo que essa escolha permita uma experiência sensorial semelhante aos produtos originalmente à base de proteína animal, que sejam vendidos em locais que o consumidor geralmente frequenta e com preços acessíveis (GFI, 2019). Pesquisa realizada pelo GFI (2018) aponta que produtos alternativos vegetais são 69% das vezes comprados em supermercados e somente 6% em lojas especializadas, além de já serem disponibilizados em restaurantes.

Nesse sentido, considerando o atual crescimento desse mercado, as proteínas alternativas que são em sua maioria produzidas a partir de soja nacional ou ervilha importada, necessitam de diversificação das opções existentes, tendo em vista a grande variedade de possibilidades presentes no agronegócio brasileiro, permitindo que o mercado interno permaneça nessa crescente, e seja ainda mais aquecido, uma vez que as proteínas utilizadas serão as produzidas no país, iniciando e encerrando o ciclo de cultivo, processamento e desenvolvimento do produto, podendo ainda ser exportado (THE GOOD FOOD INSTITUTE, 2019).

Uma das leguminosas usualmente utilizadas como alternativa proteica é a soja, participa diretamente de dietas vegetarianas e veganas, porém, ela apresenta menores quantidade de aminoácidos sulfurados que as carnes vermelhas, o que pode elevar o risco de desenvolvimento de osteoporose, visto que, esse aminoácido está associado a excreção de cálcio (COELHO, 1995). Ela pode ser utilizada na produção de bebidas de soja, farinhas, molhos, iogurtes dentre uma grande variedade de alimentos (EMBRAPA SOJA, 2016). Alguns produtos oriundos da soja podem apresentar de 40% a 90% de teor proteico, como a proteína texturizada de soja (PTS), a proteína concentrada de soja e a proteína isolada de soja.

Porém ela possui a presença de componentes como as lipoxigenases e isoflavonas, tornam os produtos à base de PTS com odor e sabor desagradáveis (*off-flavors*). Como a remoção desses componentes não é uma opção considerável, pois eles possuem papel significativo na saúde, muitas vezes os produtos são aromatizados para que se torne atraente sensorialmente para o consumidor (SOCIEDADE BRASILEIRA DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO, 2016; MILANI, 2018).

Além disso, a soja é a espécie de leguminosa com aplicação de tecnologia transgênica mais cultivada no mundo, com abrangência de 47% de área total cultivada com Organismos Geneticamente Modificados transgênicos – OGMt e ainda cerca de 92% da soja

produzida até o ano de 2015 apresentava modificação genética, em razão disso, trazendo melhorias no ponto de vista econômico. Porém, seu consumo tem gerado controvérsias dentro dos grupos que fazem sua introdução na rotina nutricional, principalmente relacionadas à segurança alimentar das OGMt, visto que muitos temem os efeitos que podem ser gerados pela aplicação dessa biotecnologia (GOMES, BORÉM, 2013, GAVIOLI, 2015).

Assim, a aplicação de outras leguminosas como fontes proteicas são opções vantajosas pois além de auxiliar no crescimento e diversificação desse mercado permitiriam uma maior disponibilidade de variedades de alternativas proteicas. Dentre essas opções, destacam-se a ervilha, grão-de-bico e lentilha.

#### 3.4.1 Ervilha

A ervilha é uma leguminosa que pertence à família *Fabaceae* e teve sua origem no Oriente Médio. Ela possui 6,4 milhões de hectares de terra plantada no mundo, não havendo alterações negativas significativas em sua produção. É uma das principais leguminosas de consumo diário da população mundial, sendo classificada como o 80<sup>a</sup> produto de maior saída no mercado. A Embrapa foi a responsável por lançar no mercado as quatro primeiras variedades de ervilha resistentes a doenças e específicas para congelamento. Mundialmente, a comercialização de ervilha verde é de somente 20%, enquanto os 80% restantes são correspondentes a ervilha seca (OLIVEIRA, 2020; FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2013).

No Brasil, em 2020, a produção foi de aproximadamente 2,43 ton de grãos, com 0,67 toneladas correspondentes a produção bruta. A principal cultivar plantada no Brasil é a Mikado (Figura 1), originária da Holanda. Sua reprodução ocorre em aproximadamente 110 dias, e tem sido avaliada pela Embrapa com o intuito de se adaptar às condições brasileiras. Essa cultivar apresenta ótima produtividade e qualidade para indústria (MADRUGA *et al.*, 2021; NASCIMENTO, 2016).

Os valores brutos proteicos da ervilha variam entre 26 a 33% para as ervilhas com aspecto enrugado, e 23 a 31% para aquelas com aspecto liso, sendo a lisina e o triptofano os principais aminoácidos encontrados. Além disso, diversos outros nutrientes enriquecem sua composição como fibras, fósforo, cálcio, vitaminas A, B1, B2, C, potássio e ferro. O teor de proteína para ervilha fresca é elevado, variando entre 27,2 a 28,7% em base seca (CANNIATTI-BRAZACA, 2006; HABIBA, 2002; CAMPOS, 2014; SALATA *et al.*, 2011).

**Figura 1 – Sementes da cultivar Mikado de Ervilha**



Fonte: Próprio autor.

#### 3.4.2 Grão-de-bico

O grão-de-bico é uma leguminosa muito conhecida e consumida no Brasil, porém seu consumo ocorre com maior frequência na Ásia e na África. Até o ano de 2012 era considerada a terceira maior leguminosa com maior produção agrícola. Em sua composição nutricional podem ser encontradas 17 a 22% de proteínas quando seco e 13,5% após seu descascamento; 41 a 50% carboidratos, sendo o amido com maior predominância em sua composição; 2,7 a 6,5% de lipídeos, além de ser uma ótima fonte de ácidos graxos, fósforo, manganês, ferro e zinco (JUKANTI *et al.*, 2012; KAUR *et al.*, 2019; INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2011).

Existem dois tipos de grão-de-bico que podem ser encontrados: o “Kabuli”, que tem como principais características a cor branca das sementes, tegumento liso e com espessura fina, grão maiores, maior altura e flores brancas, sem a presença da pigmentação de antocianinas; e o “Desi”, que apresenta taxas mais baixas de fibras, seus grãos são coloridos, podendo se apresentar em tons de marrom, verde, amarelo ou preto, sendo pequenas e rugosas e suas flores são da cor rosa (BIÇER, 2010).

No Brasil, em 1994, a única cultivar produzida era a Cícero (Figura 2) e sua produção tinha o objetivo de introduzir o grão-de-bico no Brasil. Essa cultivar pertence ao grupo Kabuli, sendo o grupo de maior consumo no país, enquanto a demanda de países asiáticos é maior para o grupo Desi, que corresponde a área de 80 a 85% cultivada em todo o mundo. Seu potencial produtivo é melhor no mês de junho, com desenvolvimento de 100 dias, podendo ser produzida em grande variedade de climas (NASCIMENTO, 2016; GAUR *et al.*, 2010).

Sua produção tem se elevado nos últimos anos, devido a novas cultivares e tecnologia implementadas. O Brasil, no ano de 2020, demonstrou produção de 421,28 ton de produção bruta com 235,58 ha de terra plantada e, com expectativa de maior produtividade e também de consumo nos anos que se seguem (MADRUGA *et al.*, 2021).

**Figura 2 – Sementes de Grão-de-Bico da cultivar Cícero**



Fonte: Próprio autor.

### 3.4.3 Lentilha

A leguminosa lentilha teve sua origem na Ásia, sendo seu consumo difundido em todo mundo pelo seu benefício à saúde. Ela foi considerada a quinta leguminosa de maior produção mundial em 2016. No Brasil, seu cultivo teve início no Rio Grande do Sul, em 1920. Em sua composição nutricional, podem ser encontrados valores de carboidratos entre 40 e 50%, contendo principalmente fibras, oligossacarídeos e amido resistente; proteínas entre 20 e 30%, sendo os aminoácidos lisina e leucina em maior proporção, e menos de 1% de gorduras. Estudos realizados por Zia-ul-haq *et al.* (2011) e Iqbal *et al.* (2006) determinaram quantidades de proteínas de 28,8% e 26,1% na lentilha, respectivamente (CORREA; POLTRONIERI, 2016; SILVA, THAVARAJAH; THAVARAJAH, 2018).

Segundo a FAOSTAT (2020) em 2007 a lentilha apresentou produção mundial de 2,8 milhões de toneladas, enquanto em 2018 essa produção atingiu o valor de 6,4 milhões de toneladas, demonstrando aumento produtivo nos últimos anos. No entanto, com relação ao Brasil, pesquisa realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2019) revela que no ano de 2019 foram produzidas cerca de 58 ton de grão de lentilha. Deposita-se ainda alta

perspectiva nesse mercado, com tendência de maior consumo interno e conseqüentemente de produção (COMEX STAT, 2020).

Uma das principais cultivares produzidas no Brasil é a Silvina (Figura 3), originada na Argentina. Sua importação foi de 11 mil ton em 2015, equivalentes a 10 milhões de dólares. Seu desenvolvimento é anual, ocorrendo principalmente entre os meses de fevereiro e agosto, podendo vir a ser reduzido pelo início de estresse, como calor, seca, dano mecânico e baixa de nitrogênio (NASCIMENTO, 2016; JOSHI; TIMILSENA; ADHIKARI, 2017).

**Figura 3 – Sementes da cultivar Silvina de Lentilha**

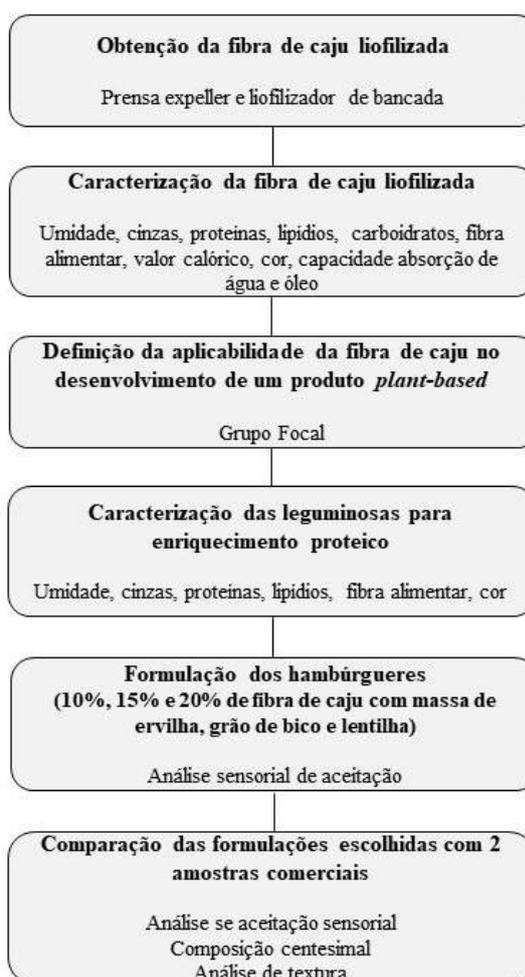


Fonte: Próprio autor.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

Para melhor entendimento da sequência dos experimentos desenvolvidos, um fluxograma é apresentado na Figura 4. No geral, os ensaios foram desenvolvidos nos Laboratórios de Processos Agroindustriais (LPA) e Laboratório de Análises de Alimentos (LAA) da Embrapa Agroindústria Tropical, em Fortaleza – CE.

**Figura 4 – Fluxograma de desenvolvimento do estudo**



Fonte: Próprio autor.

### 4.1 Matéria-Prima

Fibras do pedúnculo de caju foram gentilmente cedidas pela indústria Itauera e transportadas para a Embrapa Agroindústria Tropical, ambas localizadas em Fortaleza, CE. As fibras foram mantidas em câmara refrigerada ( $8 \pm 2$  °C) por menos de 24 h, sendo, então,

submetidas a prensagem em prensa *expeller* por 5 vezes, com sucessivas lavagens, adicionando água nas fibras de caju na proporção de 1:1 em cada lavagem, com o intuito de promover a redução da acidez e do sabor da fruta. Em seguida, a fibra úmida obtida foi congelada ( $-18 \pm 1$  °C) e posteriormente desidratada em liofilizador piloto (Liobrás LP 510) com ciclo de 30 h e temperatura final do produto de 30 °C (Figura 5). A fibra do caju liofilizada foi embalada em recipientes de vidro e armazenada à temperatura ambiente ( $25 \pm 2$  °C) para posterior caracterização físico-química e utilização nos ensaios de processamento

Grãos in natura das leguminosas Ervilha Mikado (ErvMk), Grão-de-Bico Cícero (GBCic) e Lentilha Silvina (LentSil) (Figuras 6A a 6C) foram fornecidas pela Embrapa Hortaliças, Brasília – DF. Os grãos foram divididos em duas porções, sendo uma submetida a processamento em moinho modelo pulverisette 16 (Fritsch) até a obtenção de uma farinha fina e armazenada em embalagem plástica, à temperatura ambiente ( $25 \pm 2$  °C) para serem posteriormente submetidas à caracterização físico-química. A outra parte foi processada para obtenção de uma massa a ser utilizada no desenvolvimento das formulações de um produto *plant-based*.

**Figura 5 – Fibra do caju liofilizada**



Fonte: Próprio autor.

**Figura 6 – Grãos *in natura* das leguminosas do programa de melhoramento genético da Embrapa Hortaliças, Brasília – DF. (A) Ervilha cv. Mikado; (B) Grão-de-Bico cv. Cícero e (C) Lentilha cv. Silvina**

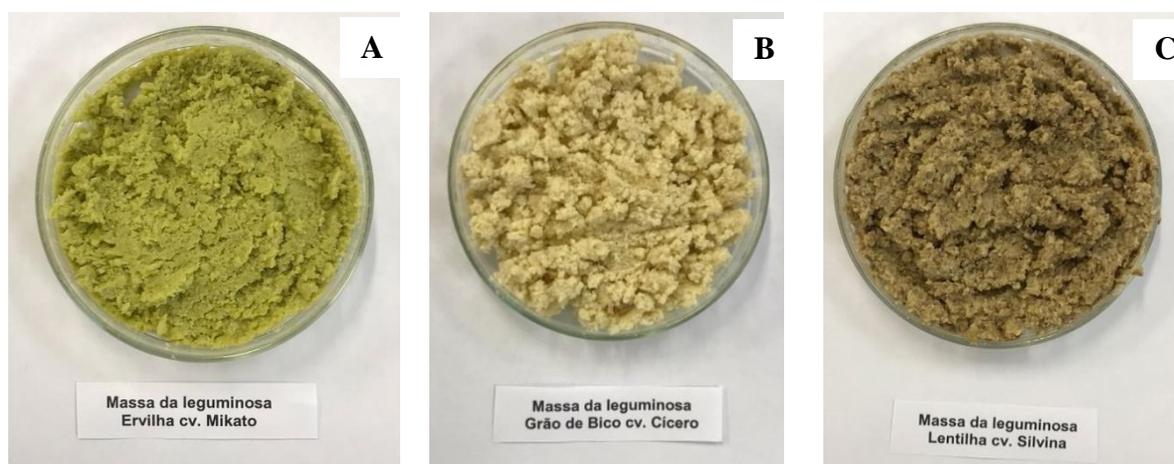


Fonte: Próprio autor.

#### 4.1.2 Preparação da massa das leguminosas

A massa das leguminosas Ervilha Mikado (ErvMk), Grão-de-Bico Cícero (GBCic) e Lentilha Silvina (LentSil) foram preparadas separadamente. Para tanto, cerca de 500 g dos grãos *in natura* de cada leguminosa foram lavados em água corrente para remoção de sujidades aderidas à casca e, em seguida, foram hidratados por imersão em 1,5 L de água à temperatura ambiente ( $25 \pm 2$  °C) por 12 h. O objetivo da hidratação foi de remover substâncias antinutricionais, bem como hidratar o amido e facilitar o processamento dos grãos e, conseqüentemente, o seu cozimento (PINTO et al., 2016). Após esse período, as sementes hidratadas foram escorridas e trituradas em aparelho Robot Coupe (R502V.V), até obter uma massa homogênea. As massas foram embaladas em saco de polipropileno de 100 g e armazenadas em freezer ( $-18 \pm 1$  °C) para os posteriores testes de preparo de formulações de um produto *plant-based* (Figuras 7A a 7C).

**Figura 7 – Massas proteicas das leguminosas (A) Ervilha cv. Mikado; (B) Grão-de-Bico cv. Cícero e (C) Lentilha cv. Silvina**



Fonte: Próprio autor.

## 4.2 Caracterização Físico-Química das Matérias-Primas

As amostras de fibra do caju liofilizada e as farinhas de sementes de ervilha, grão-de-bico e lentilha foram submetidas à caracterização nutricional e química no Laboratório de Análise de Alimentos, com as determinações realizadas em quintuplicata.

### 4.2.1 Composição centesimal

#### 4.2.1.1 Umidade

O teor de umidade foi determinado segundo método 925.10 da AOAC (2016). Cerca de 2 g de amostra foram pesados em *bags* de filtro, que funciona como um saco para armazenamento da amostra analisada, e levados à estufa com circulação de ar forçada à temperatura de  $105\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  por 24 h.

#### 4.2.1.2 Cinzas

O teor de cinzas foi quantificado segundo método 923.03 da AOAC (2016). Para tanto, cerca de 1,5 g da amostra foram pesados em cadinho de porcelana previamente tarado e submetidas à incineração em forno mufla à  $550\text{ °C}$  por 6 h.

#### 4.2.1.3 Proteína

O teor de proteína foi determinado pelo método Dumas em equipamento automático analisador de nitrogênio/proteína NDA 701 Dumas da VELP Scientifica (VELP, 2019), utilizando-se EDTA como padrão e baseando-se no método 992.23 da AOAC (2016), que consiste na determinação do nitrogênio e proteína por meio da combustão.

#### 4.2.1.4 Lipídios

O conteúdo lipídico foi determinado de acordo com método Am 5-04 (AOCS, 2005; ANKOM, 2009) utilizando-se um sistema de extração sob alta temperatura e pressão em equipamento analisador automático de gordura ANKOM, modelo XT15.

#### 4.2.1.5 Carboidratos

O teor de carboidratos foi determinado conforme BRASIL (2016), a partir da diferença entre o total da amostra, que representa os 100%, e a soma dos valores obtidos para os teores de umidade, cinzas, proteína e lipídeos.

$$\text{Carboidratos\%} = 100 - (\text{Umidade\%} + \text{Cinzas\%} + \text{Proteína\%} + \text{Lipídios\%})$$

#### 4.2.1.6 Fibra alimentar

Os teores de fibra dietética alimentar (fração insolúvel – FDI e fração solúvel – SDF) foram determinados de acordo com o método 991.43 da AOAC (2010), utilizando-se o analisador automático de fibra alimentar TDF da ANKON (ANKON Technology Corporation). A fibra alimentar total foi obtida por meio da soma das frações insolúvel e solúvel, como preconiza o mesmo método.

#### 4.2.1.7 Valor calórico

O valor calórico foi determinado a partir do cálculo das médias aritméticas dos teores de carboidratos, proteína e lipídios e multiplicando-se por 4 Kcal.g<sup>-1</sup>, 4 Kcal. g<sup>-1</sup> e 9

Kcal.g<sup>-1</sup>, respectivamente, de acordo os valores de conversão de Atwater (DESSIMONI-PINTO et al., 2011).

$$(\text{Kcal}) = (\text{proteína} \times 4,0) + (\text{carboidratos} \times 4,0) + (\text{lipídios} \times 9,0)$$

#### 4.2.1.8 Cor

A medida da cor é padronizada pela Comissão Internacional de Iluminação (CIE) que define a percepção das cores como fundamento entre três elementos, a saber, a luminosidade ou claridade, a matiz ou a tonalidade e a cromaticidade ou a saturação, na qual, considera que o ser humano possui três cores receptoras: verde, azul e vermelho, sendo as demais cores combinações dessas (FERREIRA, SPRICIGO, 2017).

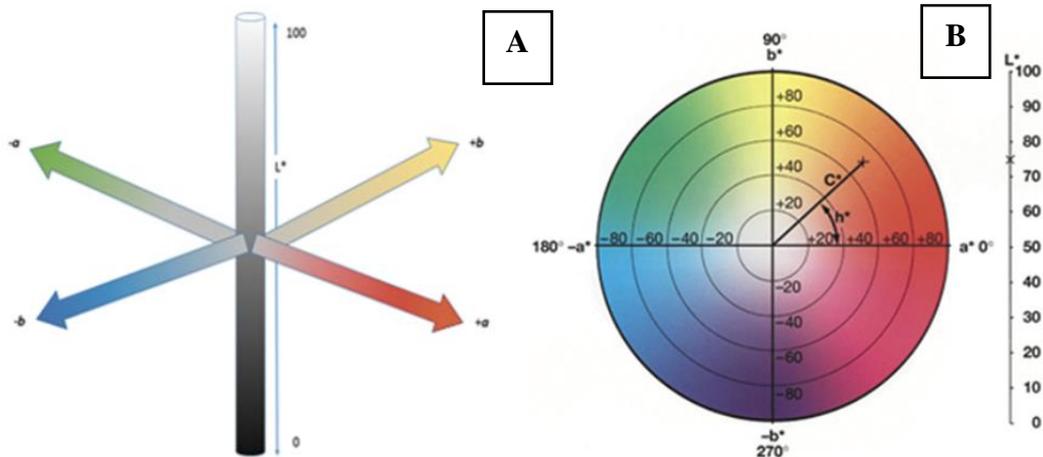
A determinação da cor foi realizada em colorímetro espectrofotométrico CM-5 (Konica Minolta) previamente calibrado, utilizando-se o iluminante D65 luz do dia e os sistemas de escala de cor L\*a\*b\* (Figura 8A) e L\*C\*h (Figura 8B), onde L\* corresponde à luminosidade, variando de 0 (preto) a 100 (branco), a\* está na faixa verde (-60) ao vermelho (+60) e b\* está na faixa de azul (-60) ao amarelo (+60), C\* (Croma) indica a pureza ou intensidade da cor e h (ângulo Hue) representa a tonalidade. O sistema L\*C\*h utiliza o mesmo diagrama que o espaço L\*a\*b\*, porém utiliza coordenadas cilíndricas ao invés de coordenadas retangulares. A partir do gráfico, o ângulo de 0° é considerado como a cor vermelha, o ângulo de 90°, amarelo, o ângulo de 180°, verde, e o ângulo de 270°, azul (FERREIRA, SPRICIGO, 2017).

O ângulo Hue é, então, definido por meio da relação entre os valores de a\* e b\*, onde se obtém a cor real do objeto que está sendo analisado. O Croma também é formado pelos parâmetros a\* e b\*, indicando a saturação da cor do objeto. Para cálculo do Croma foi utilizada a Equação (1) e, para o cálculo do ângulo Hue, foi utilizada a Equação (2):

$$\text{Chroma } C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (1)$$

$$\text{Ângulo de tonalidade } h_{ab} = \tan^{-1} \frac{a^*}{b^*} \quad (2)$$

**Figura 8 – Espaço de cor CIE L\*a\*b\* (A) e L\*C\*h (B).**



Fonte: Ferreira, Spricigo, 2017.

#### 4.2.1.9 Capacidade absorção de água e óleo da fibra do caju liofilizada

A capacidade de absorção de água foi determinada conforme o método descrito por Sosulski (1962), com algumas modificações. Cerca de 0,5 g de fibra do caju foi pesado em um tubo de centrífuga de 12 mL e adicionados 10 mL de água destilada. O tubo foi agitado em agitador de tubos por 1 min à temperatura ambiente ( $25 \pm 2$  °C) e deixado em repouso por 20 min. Em seguida, o material foi centrifugado (Excelsa II 206 BL) a 3.500 rpm por 10 min, e o sobrenadante, descartado. A diferença em massa entre a quantidade de amostra inicial e amostra final foi tomada como medida da absorção de água e expressa como a quantidade de água absorvida por 100 g de amostra (Equação 3).

$$\text{Capacidade de absorção de água} = \frac{\text{Água absorvida pela amostra (g)}}{\text{Peso da amostra (g)}} \quad (3)$$

A capacidade de absorção de óleo foi determinada nas fibras secas seguindo os mesmos procedimentos realizados para determinação da capacidade de absorção de água, substituindo-se a água por óleo de milho comercial. A capacidade de absorção de óleo foi expressa como a quantidade de óleo absorvido por 100 g de amostra (Equação 4) (LIN et al., 1974).

$$\text{Capacidade de absorção de óleo} = \frac{\text{Óleo absorvido pela amostra (g)}}{\text{Peso da amostra (g)}} \quad (4)$$

### **4.3 Definição da Aplicabilidade da Fibra do caju no Desenvolvimento Produtos *Plant-based***

#### 4.3.1 Grupo focal

Foi utilizado o método qualitativo chamado Grupo Focal (Focus Group) (KRUEGER; CASEY, 2000) para fazer um levantamento das possíveis aplicações da fibra do caju no desenvolvimento de produtos *plant-based* que pudessem ser industrializados e compreender como o pensamento dos profissionais da área de gastronomia se manifesta frente a esse desafio.

Para compor a equipe do grupo focal, foram recrutados indivíduos dentre gastrônomos profissionais e estudantes de gastronomia da Universidade Federal do Ceará. Um total de 20 indivíduos aceitou inicialmente o convite para integrar voluntariamente a equipe, indicando ter disponibilidade para participar das reuniões. Contudo, apenas 14 recrutados participaram efetivamente das sessões e foram tidos como integrantes do grupo. Antes do início das reuniões, foi solicitado que o grupo assinasse um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE, Anexo A). Devido à situação de pandemia, as sessões foram realizadas online, via Google Meet, e gravadas.

#### 4.3.2 Amostras

Antes da realização das reuniões do grupo focal, uma amostra de fibra do caju foi entregue para cada indivíduo, no seu domicílio ou endereço disponibilizado para recebimento do material. Cada voluntário recebeu uma porção de 40 g de fibra do caju liofilizada, envasada em recipientes de vidro higienizado com hipoclorito de sódio (200 ppm) e rotulados com informações sobre os componentes nutricionais e instruções de como a fibra deveria ser reidratada. Foi informado que para a reidratação de 40 g da fibra seria necessária a adição de 160 mL de água potável por um período de 30 min e que a fibra deveria ser colocada em recipiente com espaço suficiente para se expandir após esse processo.

Juntamente com a amostra, foi entregue um formulário com perguntas referentes aos provadores e sobre a amostra recebida (Anexo B). Foi solicitado que o participante respondesse o questionário e disponibilizasse as respostas na primeira reunião do grupo focal para que pudessem ser debatidas.

### 4.3.3 Condução das sessões

Foram realizadas três sessões em dias aleatórios, com tempo médio de 60 a 90 min cada. Na primeira e segunda sessão participaram 14 voluntários, sendo 7 voluntários em cada, sendo 5 mulheres e 2 homens na primeira sessão e 4 mulheres e 3 homens na segunda. Inicialmente, foram feitos questionamentos sobre a fibra do caju liofilizada em si e seu potencial de utilização em produtos *plant-based* (Figura 9), aos quais os integrantes da equipe davam sua opinião de maneira livre e sem imposições. Foi ainda solicitado que cada participante desenvolvesse uma formulação ou receita de um produto vegetal análogo à carne que pudesse ser industrializado para comercialização em larga escala, elaborasse uma ficha técnica e registrasse com fotos cada etapa do processo. Mesmo havendo integrantes faltosos, eles não foram excluídos do grupo, sendo repassado o que foi discutido nas duas sessões e solicitado que atendessem à demanda de desenvolver um produto *plant-based* com a fibra do caju.

Na terceira e última sessão todos os voluntários foram convidados a participar, porém houve a presença de somente 10 pessoas, sendo 9 mulheres e 1 homem, porém, apenas 5 participantes apresentaram seus produtos formulados com a fibra do pedúnculo do caju liofilizada, descrevendo seu processo de desenvolvimento e comentando sobre suas características sensoriais. Após essa etapa, foi escolhido um desses produtos para o desenvolvimento tecnológico, com a incorporação de produtos vegetais para seu enriquecimento proteico.

**Figura 9 – Roteiro de perguntas para a condução do grupo focal da fibra do pedúnculo de caju liofilizada**

1. O que você acha da disponibilidade da fibra do pedúnculo do caju?
2. Você acha que a fibra do pedúnculo do caju é um produto saudável?
3. O que mais chama sua atenção na fibra do pedúnculo do caju?
4. Quais características você destacaria na cor da fibra do pedúnculo do caju?
5. Quais características você destacaria no aroma da fibra do pedúnculo do caju?
6. Quais características você destacaria no sabor da fibra do pedúnculo do caju?
7. De que forma você consumiria a fibra do pedúnculo do caju?
8. Se você encontrasse a fibra do pedúnculo do caju no mercado você compraria?
9. Além dos atributos sensoriais, que outras características levariam você a consumir a fibra do pedúnculo do caju?
10. Em que preparações você acha que mais se aplica a fibra do pedúnculo do caju?
11. Seria possível desenvolver um produto novo com a fibra do pedúnculo do caju?
12. Ou enriquecer um produto existente? Se sim, que tipo de produto seria mais interessante para seu enriquecimento?
13. Como seria a embalagem ideal para o armazenamento da fibra? Qual volume?
14. Qual seria o valor mais viável em mercado?

Fonte: Próprio autor.

#### **4.4 Formulação dos hambúrgueres de fibra do caju enriquecidos com leguminosas proteicas**

Hambúrgueres vegetais à base de fibra do caju foram elaborados segundo indicações de Lima *et al.* (2013) com adaptações. Para o enriquecimento proteico foram utilizadas as massas das leguminosas ervilha, grão-de-bico e lentilha, preparadas conforme descrito no item 4.1. Além da fibra do caju e das leguminosas, os ingredientes utilizados nas formulações do hambúrguer foram água, amido de milho, cebola em pó, óleo de soja, sal, alho granulado desidratado, salsa desidratada e pimenta do reino em pó, todos adquiridos no comércio local da cidade de Fortaleza – CE, sem distinção de marcas ou fabricantes.

Todos os ingredientes foram pesados e homogeneizados, formando uma massa uniforme e em seguida cozidos em fogo brando por 30 min. Após cozidas, as massas foram resfriadas à temperatura ambiente ( $25 \pm 2$  °C) por 30 min, moldadas em porções de 100 g, embaladas em plástico filme (polietileno) e armazenadas sob congelamento ( $-18 \pm 1$  °C).

#### 4.4.1. Definição do percentual de fibra do caju a ser utilizado nas formulações do hambúrguer vegetal enriquecido com cada leguminosa

Inicialmente, foram elaboradas formulações com percentuais de 10%, 15% e 20% de fibra do caju liofilizada, incorporadas da massa de cada leguminosa (ErvMk, GBCic e LentSil), compreendendo um total de 9 amostras (Tabela 1 e Figuras 10A a 10I). Mesmo antes de definir o percentual ideal de fibra do caju para formular um hambúrguer vegetal enriquecido com leguminosas, decidiu-se analisar o teor proteico das formulações para confirmar o enriquecimento.

As amostras de hambúrguer formuladas foram então submetidas a teste sensorial de aceitação dos atributos sabor e textura, conforme metodologia descrita no item 4.4.1. As avaliações foram realizadas entre o grupo de formulações de hambúrguer feitas com a mesma leguminosa; sendo uma sessão sensorial para cada grupo.

#### 4.4.2. Comparação das formulações escolhidas com duas amostras comerciais.

As amostras ( $n = 3$ ), uma de cada leguminosa, que apresentaram maior aceitação, foram selecionadas e serviram como definição do percentual de fibra do caju que seria utilizado na formulação final do hambúrguer vegetal de fibra de caju enriquecido. Essas amostras também foram submetidas a testes de análise sensorial contra duas amostras comerciais de hambúrguer vegetal (AC1: hambúrguer vegetal comercial sem fibra do caju e AC2: hambúrguer vegetal comercial com fibra do caju), sendo uma das marcas a de maior comercialização no Brasil (Tabela 2 e Figuras 11A e 11B).

**Tabela 1 – Formulações utilizadas na elaboração de hambúrguer vegetal com diferentes proporções de fibra do caju enriquecidos com leguminosas proteicas**

Ingredientes (%)	Ervilha cv. Mikado <sup>1</sup> (ErvMK)			Grão-de-bico cv. Cícero <sup>2</sup> (GBCic)			Lentilha cv. Silvina <sup>3</sup> (LentSil)		
	F10_E	F15_E	F20_E	F10_GB	F15_GB	F20_GB	F10_L	F15_L	F20_L
Massa da leguminosa	46,34	41,67	36,95	44,39	40,26	35,88	46,90	42,07	37,25
Fibra do caju <sup>4</sup>	10,00	15,00	20,00	10,00	15,00	20,00	10,00	15,00	20,00
Água	33,12	33,16	33,16	31,98	31,98	31,98	33,51	33,51	3,51
Amido de milho	2,76	2,42	2,14	6,16	5,29	4,67	1,81	1,60	1,41
Cebola em pó	3,85	3,85	3,85	3,71	3,71	3,71	3,89	3,89	3,89
Óleo	1,35	1,35	1,35	1,30	1,30	1,30	1,36	1,36	1,36
Sal	1,20	1,20	1,20	1,16	1,16	1,16	1,17	1,22	1,22
Alho desidratado	0,77	0,77	0,77	0,74	0,74	0,74	0,78	0,78	0,78
Salsa desidratada	0,39	0,39	0,39	0,37	0,37	0,37	0,39	0,39	0,39
Pimenta do reino	0,10	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

<sup>1</sup> F10\_E: Formulação de hambúrguer à base de 10% de fibra do caju e ervilha; F15\_E: Formulação de hambúrguer à base de 15% de fibra do caju e ervilha; F20\_E: Formulação de hambúrguer à base de 20% de fibra do caju e ervilha.

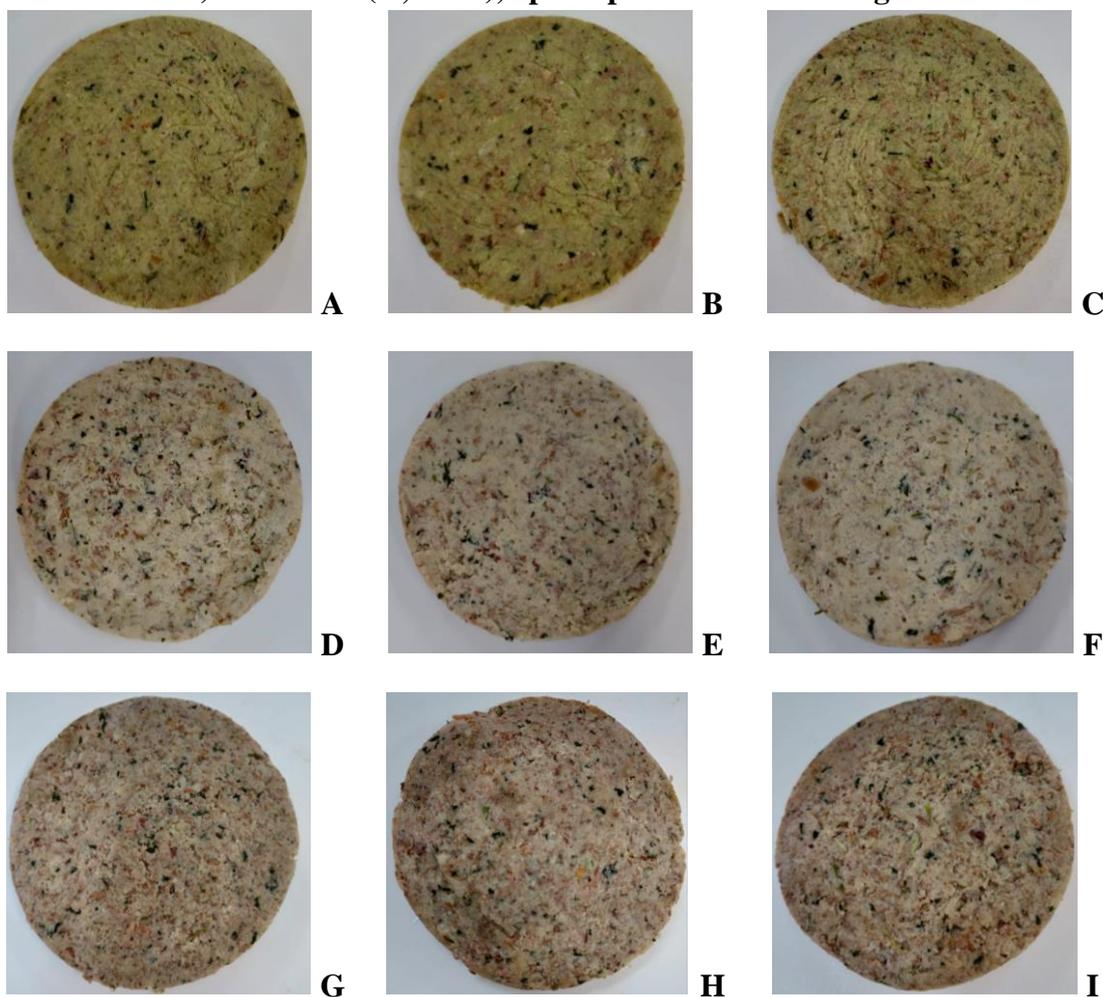
<sup>2</sup> F10\_GB: Formulação de hambúrguer à base de 10% de fibra do caju e grão-de-bico; F15\_GB: Formulação de hambúrguer à base de 15% de fibra do caju e grão-de-bico; F20\_GB: Formulação de hambúrguer à base de 20% de fibra do caju e grão-de-bico.

<sup>3</sup> F10\_L: Formulação de hambúrguer à base de 10% de fibra do caju e lentilha; F15\_L: Formulação de hambúrguer à base de 15% de fibra do caju e lentilha; F20\_L: Formulação de hambúrguer à base de 20% de fibra do caju e lentilha.

<sup>4</sup> Fibra do caju liofilizada reidratada

Fonte: Próprio autor.

**Figura 10 – Hambúrgueres formulados à base de fibra do caju liofilizada enriquecidos com leguminosas proteicas (Ervilha A, B e C), Grão-de-bico (D, E e F) e Lentilha (G, H e I), após o processo de modelagem**



F10\_E: Formulação de hambúrguer à base de 9% de fibra do caju e ervilha (A), F15\_E: Formulação de hambúrguer à base de 15% de fibra do caju e ervilha (B), F20\_E: Formulação de hambúrguer à base de 20% de fibra do caju e ervilha (C).

F10\_GB: Formulação de hambúrguer à base de 9% de fibra do caju e grão-de-bico (D), F15\_GB: Formulação de hambúrguer à base de 15% de fibra do caju e grão-de-bico (E), F20\_GB: Formulação de hambúrguer à base de 20% de fibra do caju e grão-de-bico (F).

F10\_L: Formulação de hambúrguer à base de 9% de fibra do caju e lentilha (G), F15\_L: Formulação de hambúrguer à base de 15% de fibra do caju e lentilha (H), F20\_L: Formulação de hambúrguer à base de 20% de fibra do caju e lentilha (I).

Fonte: Próprio autor.

Tabela 2 – Informações do rótulo dos hambúrgueres vegetais comerciais

Item	Hamburger Vegetal <sup>1</sup>	
	AC1	AC2
Base	Proteína vegetal	Proteína vegetal
Peso por embalagem (g)	115	115
Unidade por embalagem	2	2
Preço por embalagem (R\$) *	12,90	18,34
Preço por quilo (R\$) *	56,09	79,74
Validade (meses)	7	12
Ingredientes declarados na embalagem	Água, preparado proteico (proteína texturizada de soja, proteína isolada de soja, proteína de ervilha), gordura de coco, óleo de canola, aroma natural, estabilizante, metilcelulose, sal, beterraba em pó e corante carvão vegetal.	Água, proteína de ervilha, proteína de soja, gordura vegetal, carne de fibra do caju, cebola, alho, sal, pimenta assisi, extrato de açaí, beterraba em pó, aroma natural e espessante metilcelulose.

<sup>1</sup>AC1: hambúrguer vegetal comercial sem fibra do caju; AC2: hambúrguer vegetal comercial com fibra do caju. \*Valor de mercado em 26 de setembro de 2021.

Fonte: Informações retiradas dos rótulos dos produtos.

**Figura 11 – Hambúrgueres vegetais comerciais. (A) hambúrguer vegetal comercial sem fibra do caju; (B) Hambúrguer vegetal comercial com fibra do caju**



AC1: Hambúrguer vegetal comercial sem fibra do caju (A), AC2: Hambúrguer vegetal comercial com fibra do caju (B).

Fonte: Próprio autor.

#### 4.4.3 Análise sensorial

Testes sensoriais foram realizados com 60 a 80 indivíduos não treinados, consumidores reais ou potenciais de alimentos *plant-based*, recrutados entre os funcionários e estagiários da Embrapa Agroindústria Tropical, em Fortaleza – CE, bem como do público externo, consumidores ou consumidores em potencial de hambúrguer vegetal. O público participante foi caracterizado de acordo com gênero, idade, perfil de dieta vegana, hábito e

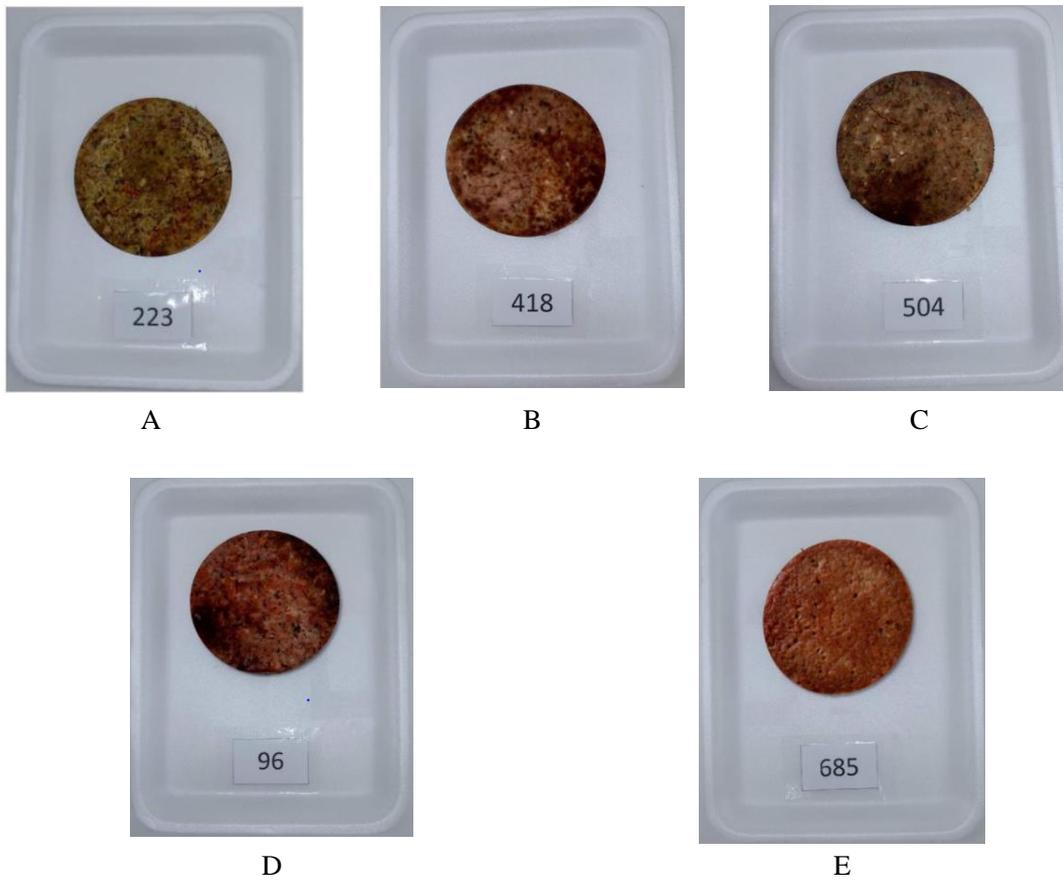
frequência de consumo de hambúrguer vegetal e grau de aceitação para produtos formulados com fibra do caju (Anexo C). Antes da realização dos testes sensoriais foi solicitado que assinassem um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Anexo D). Os protocolos dos testes sensoriais foram previamente aprovados pelo Comitê Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP, sob parecer nº 3.117.036 (Anexo E).

A aceitação global e dos atributos aparência, sabor e textura foi realizada utilizando escala hedônica mista de 9 pontos variando de “Gostei muitíssimo” = 9 a “Desgostei muitíssimo” = 1 (ABNT, 2016). Para realização dos testes, as amostras foram previamente fritas em frigideira de T-Fal com 5 mL de óleo de milho por 5 por minutos, alternando os lados de cozimento. A avaliação da aparência foi aplicada com os hambúrgueres inteiros dispostos em bandejas codificadas com números aleatórios de três dígitos (Figura 12).

A avaliação da aceitação global e da aceitação dos atributos sabor e textura foi realizada em cabines individuais climatizadas ( $24 \pm 2$  °C), sob iluminação controlada (luz branca, fluorescente). Para tanto, os hambúrgueres fritos foram cortados em 4 pedaços de aproximadamente 12 g cada e servidos a  $60 \pm 2$  °C, em pequenos recipientes plásticos descartáveis, codificados com números aleatórios de três dígitos (Figura 13). As amostras foram apresentadas em ordem balanceada, de forma a evitar vícios nos resultados (MACFIE et al., 1989). Os provadores foram orientados a consumir um pedaço de pão branco e enxaguar a boca com água (temperatura ambiente) entre as avaliações das amostras e preencherem as fichas de avaliação (Anexos F, G e H).

Os provadores também foram questionados quanto à sua intenção de compra, caso encontrassem os produtos à venda, utilizando uma escala verbal de 5 pontos, variando de “certamente não compraria” a “certamente compraria”, e no ponto intermediário “talvez comprasse, talvez não comprasse” (MEILGAARD *et al.*, 2015). Na mesma sessão, foi aplicado ainda um teste de ordenação-preferência pelo teste de Friedman (FRIEDMAN, 1937), no qual os provadores foram solicitados a classificar as amostras em ordem decrescente de sua preferência.

**Figura 12 – Apresentação das amostras de hambúrguer vegetal para avaliação da aparência**



F20\_E: Formulação à base de 20% de fibra do caju e ervilha (A), F20\_GB: Formulação à base de 20% de fibra do caju e grão-de-bico (B), F20\_L: Formulação à base de 20% de fibra do caju e lentilha (C), AC1: Hambúrguer vegetal comercial sem fibra do caju (D), AC2: Hambúrguer vegetal comercial com fibra do caju (E).

Fonte: Próprio autor.

**Figura 13 – Apresentação das amostras de hambúrguer para degustação e avaliação da aceitação sensorial**



Fonte: Próprio autor.

#### 4.4.4 Caracterização nutricional

Os hambúrgueres vegetais à base de fibra do caju e enriquecidos com fontes proteicas de leguminosas e as duas amostras comerciais de hambúrguer vegetal (AC1 e AC2) foram submetidas à caracterização físico-química quanto a umidade, cinzas, proteína, lipídios, carboidratos, fibra dietética alimentar (fração solúvel, fração insolúvel e fibra total) e cálculo do valor calórico, conforme metodologia apresentada no item 4.2.1.

#### 4.4.5 Análise do perfil de textura dos hambúrgueres

As amostras de hambúrguer vegetal à base de fibra do caju e enriquecido com leguminosas proteicas, juntamente com as amostras comerciais, foram ainda caracterizadas quanto a sua textura. Para tanto, a análise do Perfil de Textura (TPA) foi realizada conforme descrito por Heck (2019). Foram utilizados hambúrgueres previamente fritos (frigideira de T-Fal com 5 mL de óleo de milho por 5 por minutos), resfriados a  $25 \pm 2$  °C. As análises foram realizadas em texturômetro TA-TX2i (Stable Micro Systems Ltd., Surrey, Inglaterra), equipado com uma célula de carga de 30 kg, utilizando-se uma *probe* P35 em cilindros de 1,5 cm de espessura e 2 cm de diâmetro, totalizando 12 repetições para cada tipo de hambúrguer (4 cilindros moldados a partir de três hambúrgueres do mesmo grupo). A velocidade do teste foi de 1 mm/s, com trigger de 5 g. Os cilindros foram submetidos a dois ciclos consecutivos com 50% de compressão. Foram calculados os parâmetros de dureza, elasticidade, coesividade, gomosidade e mastigabilidade.

### 4.5 Análises Estatísticas

Os resultados das caracterizações físico-química, nutricional e textura e das análises sensoriais foram submetidos ao cálculo de média, desvio padrão, análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey com nível de 5% de significância para comparação das médias. Os resultados dos testes de aceitação global, aparência, sabor e textura e, os do teste de intenção de compra também foram representados por meio de histogramas de frequência. Os resultados dos testes de ordenação-preferência foram avaliados pelo teste de Friedman (FRIEDMAN, 1937) utilizando-se as tabelas de Newell e MacFarlane (1987).

Para obtenção do Mapa de Preferência Interno ou Análise de Preferência Multidimensional (MDPREF), os dados de aceitação (teste de consumidor) foram organizados

numa matriz de amostras (em linhas) e consumidores (em colunas), a qual foi submetida à Análise de Componentes Principais (ACP). Os resultados foram expressos em um gráfico *biplot*, no qual a dispersão das amostras em relação aos dois primeiros componentes principais é apresentada juntamente com os *loadings* (cargas), ou seja, as correlações de cada consumidor com os dois primeiros componentes da ACP (REIS *et al.*, 2006).

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software XLSTAT Versão 18.01, Nova York, NY, EUA.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Caracterização da Fibra do caju Liofilizada

A caracterização físico-química da fibra do caju liofilizada (em base seca) está apresentada na Tabela 3. A fibra do caju apresenta alto teor de TDF (79%), sendo aproximadamente 59% de SDF e 20% de IDF. A fibra dietética é uma fração que não é digerível do material vegetal, ela é dividida em fibra solúvel, que se dissolve com maior facilidade na água, formando uma espécie de gel na região no cólon do intestino, e fibra insolúvel, que permanece intacta enquanto se move pelo trato gastrointestinal (FREITAS *et al.*, 2011, FREITAS *et al.*, 2008).

As duas frações são benéficas para o organismo como, promovendo a sensação de saciedade por mais tempo e reduzindo os níveis de riscos de doenças com obesidade, síndrome metabólica e outras. Mas elas apresentam ainda suas particularidades. A fibra solúvel permite a redução do colesterol livre no sangue, mantém em equilíbrio os níveis de açúcar no sangue, e ainda auxilia na alimentação das bactérias intestinais que favorecem o funcionamento normal do intestino. A fibra insolúvel previne a constipação, visto que acelera o movimento intestinal, reduzindo as chances de bloqueio gastrointestinal, e conseqüentemente, diminui as chances de doença diverticular (FREITAS *et al.*, 2008, HUIZEN, 2017).

A fibra do caju *in natura* apresenta baixo teor de proteína (LIMA *et al.*, 2013), mas ao ser liofilizada, esse macronutriente é concentrado e o teor de proteína alcança quase 14% (Tabela 3). Os teores de cinzas e de lipídios encontrados na fibra do caju liofilizada foram de 1,4% e 2,4%, respectivamente. O valor calórico total médio dessa matéria-prima foi de 389,3 (Kcal.100g<sup>-1</sup>)<sup>2</sup>.

**Tabela 3 – Caracterização química e física da fibra do caju liofilizada.**

<b>Características</b>	<b>Teor<sup>1,2</sup></b>
Umidade (%)	4,2 ± 0,3
Cinzas (%)	1,40 ± 0,02
Proteínas (%)	13,8 ± 0,2
Lipídios (%)	2,4 ± 0,7
Fibra Dietética Solúvel (SDF) (%)	58,8 ± 0,6
Fibra Dietética Insolúvel (IDF) (%)	20,2 ± 0,2
Fibra Dietética Total (TDF) (%)	79,0 ± 1,1
Carboidratos (%)	78,4 ± 1,0
Valor energético (Kcal.100g <sup>-1</sup> ) <sup>2</sup>	389,3 ± 1,7
Cor <sup>3</sup>	
L*	69,4 ± 0,4
a*	4,7 ± 0,1
b*	22,5 ± 0,3
C*	23,0 ± 0,3
h°	78,2 ± 0,1
Capacidade da Absorção de Água (%)	779 ± 56
Capacidade da Absorção de Óleo (%)	713 ± 52

<sup>1</sup>Resultados apresentados em valores médios ± desvio padrão (em Base Seca);

<sup>2</sup> Valor teórico; Kcal = (proteína x 4,0) + (carboidrato x 4,0) + (lipídio x 9,0)

<sup>3</sup> Cor: L\* (luminosidade ou brilho, variação de 0 a 100), cor a\* (variação de verde a vermelho, de -60 a +60) e a cor b\* (variação de azul a amarelo, -60 a +60); C\* saturação; h°, ângulo Hue.

Fonte: Próprio autor.

Pinho (2009) obteve resultados semelhantes para a fibra do caju liofilizada (base seca), com 4,0% para umidade, 1,2% para cinzas, 2,8% para lipídios, e 9,8% para proteínas, apresentando divergência somente para os teores de fibra, com 40,3% para TDF, 33,0% para IDF e 7,3% para SDF. Teores de fibra para a fibra do caju também foram determinados no estudo de Lima, Garcia e Lima (2004), os quais obtiveram 61,2%, 13,2% e 48,0%, para TDF, SDF e IDF, respectivamente, sendo esses valores mais próximos aos deste estudo.

A aplicação da liofilização na fibra do caju permite não só a concentração dos seus constituintes nutricionais, mas também promove a preservação das suas propriedades, como a aparência, atividade biológica, sabor, aroma e cor, garantindo ainda a produção de um material com alta porosidade e facilidade de reidratação (OIKONOMOPOULOU *et al.*, 2011). A liofilização é um dos métodos mais aplicados pela indústria alimentícia, principalmente em produtos com alto valor agregado e que também são sensíveis ao calor, pois esse processo não

causa a desnaturação das fibras, conserva seus nutrientes e promove a redução da proliferação de microrganismos deterioradores (LIMA *et al.*, 2014).

Quanto à cor da fibra do caju liofilizada (Tabela 3), foi possível observar um valor alto para o parâmetro  $L^*$ , demonstrando ser uma fibra com coloração clara. O parâmetro  $a^*$  foi o mais baixo, apresentando tendência para a cor vermelha. O parâmetro  $b^*$  indicou predominância para a cor amarela, enquanto a saturação  $C^*$  revelou-se média, deixando perceptível as cores na visão humana. Por sua vez, o ângulo  $h^\circ$  (78,2), definiu a cor amarelo alaranjada. Poucos estudos trazem resultados relacionados à cor da fibra do caju, seja ela in natura ou liofilizada. Dentre eles está o trabalho de Lima et al. (2014), que ao analisar a fibra após diversos tratamentos, observou uma fibra do caju liofilizada mais escura do que a do presente trabalho, apresentando  $L^* = 49,07$ ,  $a^* = 5,44$  e  $b^* = 17,26$ .

Os índices de capacidade de absorção de água e de óleo encontrados para a fibra do caju liofilizada foi de 779% e 713%, respectivamente (Tabela 3). Lima *et al.* (2014) determinou também a capacidade de absorção de água e óleo na fibra do caju liofilizada, obtendo valores inferiores aos encontrados neste estudo: 597% para absorção de água e 476 % para absorção de óleo. Os autores destacam ainda que o processo de liofilização deixa a estrutura da fibra mais porosa, auxiliando na reidratação, o que permite maior absorção de água e também de óleo.

## **5.2 Avaliação da fibra do caju pelo Grupo Focal e levantamento de possíveis aplicações em produtos *plant-based* análogos à carne.**

O perfil dos voluntários participantes do Grupo Focal encontra-se na Tabela 4. Os voluntários eram, em sua maioria, do sexo feminino (65,2%) com idade na faixa etária entre 26 e 50 anos e com elevada escolaridade, com formação em ensino superior em andamento (37,5%) ou superior completo com pós-graduação concluída ou em andamento (62,5%).

**Tabela 4 – Perfil dos integrantes do grupo focal realizado para o levantamento de possíveis aplicações da fibra de caju liofilizada em produtos *plant-based*.**

Variáveis	Classes	Percentual
Sexo	Masculino	37,5%
	Feminino	62,5%
Faixa etária	18-25 anos	25,0%
	26-35 anos	37,5%
	36-50 anos	37,5%
Formação	Ensino Superior em andamento	37,5%
	Mestrado completo	12,5%
	Mestrado em andamento	37,5%
	Doutorado	12,5%

Fonte Próprio Autor.

De acordo com dados obtidos via formulário online, ao avaliar a amostra de fibra do caju liofilizada, os voluntários indicaram “gostar” e “gostar muito” da aparência e textura da amostra, somando 75% e 62,5% das respostas, respectivamente, nessas duas categorias da escala. Por sua vez o aroma e o sabor da amostra receberam 62,5% das respostas nas categorias entre “Gostei” a “Gostei extremamente”. Quanto aos termos descritores da amostra, eles foram voltados mais para a aparência da amostra, com termos como “fibras pequenas” e “cor amarelo claro”. O aroma foi descrito como “frutado” e que o sabor com pouca intensidade dos gostos “salgado”, “ácido” e “adstringente”.

Em relação à embalagem recomendada, os voluntários estabeleceram que a embalagem de “Vidro escuro” seria a ideal (37,5%) contendo cerca de 100g (50%) e com valor médio entre R\$ 10,00 a 20,00.

Diante dos questionamentos aplicados pelo moderador nas primeiras reuniões do grupo focal, quando questionados sobre a “Disponibilidade da fibra do caju no mercado”, os voluntários responderam que nunca encontraram a fibra liofilizada como produto no mercado, somente inserida em produtos análogos à proteína animal. Quanto à “Fibra ser um produto saudável”, os voluntários a consideraram saudável devido ao seu conteúdo de fibra alimentar, porém foi consenso que ela necessita da incorporação de outros alimentos para torná-la nutricionalmente completa, pois ela apresenta baixo teor proteico.

Sobre as “características sensoriais da fibra liofilizada reidratada”, os voluntários demonstraram surpresa ao reidratá-la, visto que não tinham criado muita expectativa quando a

viram desidratada, pois acreditavam que essas características poderiam ser perdidas após o processo de secagem, considerando sua cor e odor atrativos somente após a reidratação.

Sobre o “sabor de caju”, os voluntários demonstraram sentir pouco, e que o fato de antecipadamente saberem que é uma fibra do caju os induziu a sentir esse sabor, mas não acreditam que esse seja um problema para sua aplicação, pois os temperos a serem incorporados nas formulações devem mascará-lo.

No questionamento “se encontrassem a fibra no mercado, comprariam?”, houve maior interesse em comprar algum produto em que ela estivesse inserida, e pouco interesse em adquirir a fibra como ingrediente, pois, pensando no coletivo, adquirir o produto já desenvolvido e disponibilizá-lo no mercado, seria uma ideia mais atrativa para a obtenção e consumo desse tipo de produto pela população no geral, de modo que a partir disso, as pessoas desenvolvessem o hábito de consumir esse tipo de alimento e então ele pudesse ser disponibilizado como ingrediente.

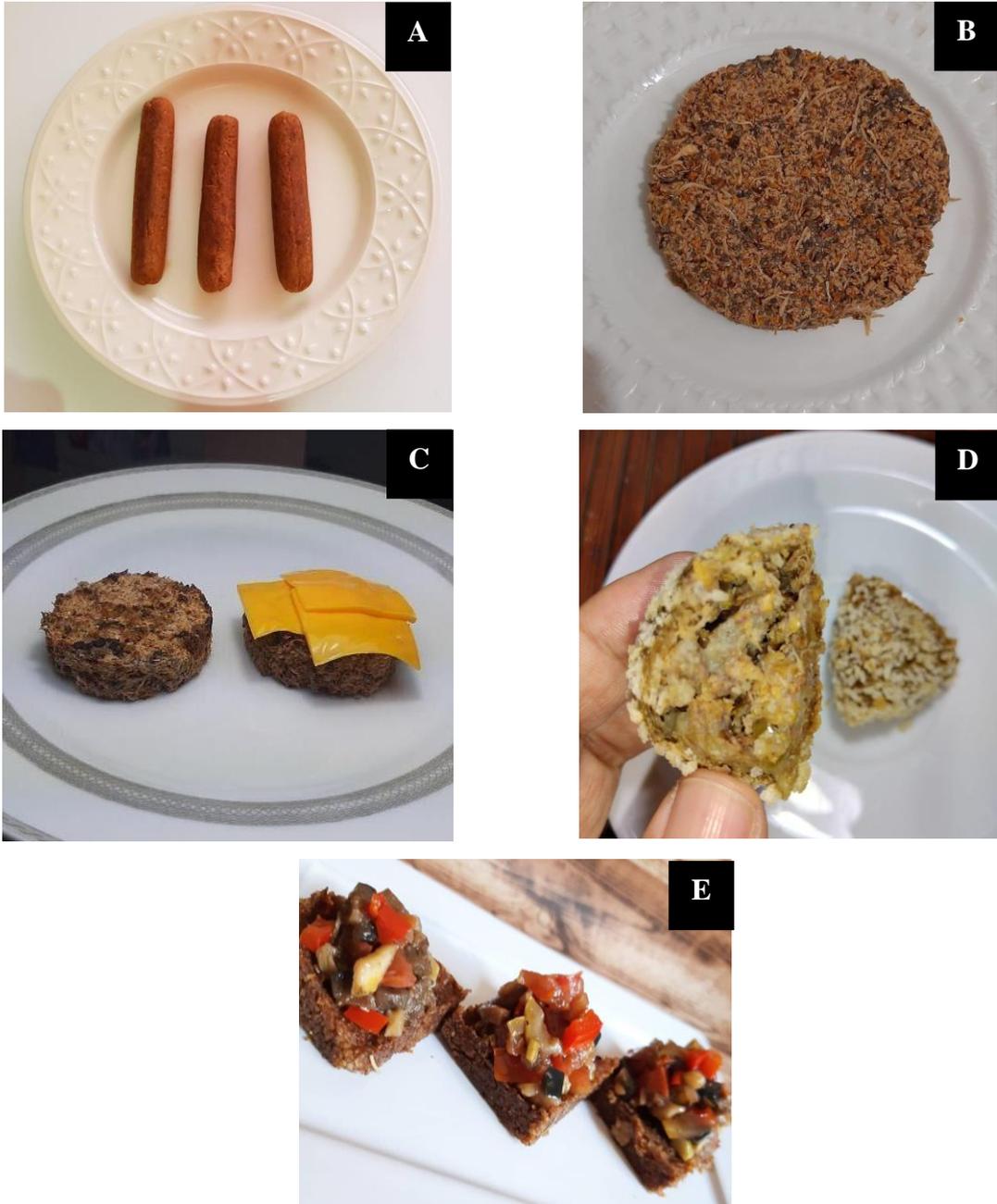
Sobre a “embalagem ideal para esse produto”, alguns voluntários sugeriram a utilização de embalagem de alumínio, devido à redução de exposição a luz, porém, foi lembrado que essa embalagem acarreta em maior impacto para o meio ambiente, possuindo maior tempo de decomposição (100-500 anos), sendo então sugeridas embalagens de plástico transparente ou vidro, pois seriam ideais para se ter uma melhor visualização do produto. Foi ressaltado ainda que a embalagem deve trazer recomendações de uso da fibra, como por exemplo as quantidades necessárias de água para sua reidratação e a proporção de fibra que deve ser utilizada.

Para “o que poderia ser utilizado para o enriquecimento da fibra”, responderam que poderia ser utilizada a mistura de concentrados proteicos, sementes e leguminosas, sendo citadas a chia, ervilha, grão-de-bico, semente de linhaça, soja e lentilha.

Após todas essas percepções sobre a fibra do caju liofilizada, os voluntários desenvolveram vários produtos, os quais foram apresentados em outra reunião virtual, a saber: salsicha à base de fibra do caju e grão-de-bico (Figura 14A), hambúrguer à base de fibra do caju e semente de chia (Figura 14B), mini burger de caju à base de fibra do caju e ervilha (Figura 14C), coxinha à base de fibra do caju e casca de batata (Figura 14D) e quibe à base de fibra do caju (Figura 14E). Dentre as possibilidades apresentadas no grupo focal, o hambúrguer de fibra do caju enriquecido com leguminosas proteicas foi o escolhido para desenvolvimento tecnológico, devido ao seu largo consumo e por já existirem pesquisas prévias de hambúrguer feitos com a fibra úmida.

Como a proteína texturizada de soja (PTS) já foi testada no desenvolvimento de hambúrguer de fibra do caju (LIMA *et al.*, 2018), o grupo focal indicou as leguminosas ervilha e grão-de-bico, pelo seu atual destaque no enriquecimento proteico de produtos *plant-based*, e a lentilha, que ainda não é muito utilizada para essa finalidade, mas deve ser testada como uma alternativa de enriquecimento proteico.

**Figura 14 – Produtos desenvolvidos pelos participantes do grupo focal. (A) Salsicha à base de fibra do caju e grão-de-bico; (B) Hambúrguer à base de fibra do caju e semente de chia; (C) Mini burger de caju à base de fibra do caju e ervilha; (D) Coxinha à base de fibra do caju e casca de batata; e (E) ervilha e Quibe à base de fibra do caju.**



Fonte: Voluntários do grupo focal.

### 5.3 Caracterização nutricional e física das leguminosas

Na Tabela 5 estão apresentados os resultados da caracterização nutricional e física das leguminosas ‘Ervilhas Mikado’, ‘Grão-de-bico Cícero’ e Lentilha Silvina’. O percentual de umidade variou significativamente ( $p \leq 0,05$ ) entre as leguminosas (10,3 a 11,2%), contudo a amostra ErvMK não diferiu significativamente da lentilha (LetSil). O teor de cinzas das leguminosas variou de 2,6 a 3,0%, sendo que a ErvMK apresentou o maior teor. Quanto ao teor de lipídios, o grão-de-bico (GBCic) destacou-se com o maior teor (3,5%), diferindo estatisticamente das amostras LentSil e ErvMk, cujos teores de lipídios foram ausente ou muito baixo, respectivamente. Estudos de Boye, Zare e Pletch (2010) indicaram que leguminosas secas podem apresentar cerca de 10% de umidade, 2 a 7% de lipídios e 2,5 a 4% de cinzas. Ermetice *et al.* (2006) encontraram resultados semelhantes aos obtidos neste estudo para umidade de ervilha (9,9%) e lentilha (11,2%), porém o grão-de-bico apresentou umidade menor (7,8%). Os autores também descreveram teores de cinzas de 3,0% para ervilha; 2,8% para lentilha e 3,1% em grão-de-bico. Dalgetty e Baik (2003) encontraram percentual lipídico variando entre 0,81 e 1,11%, para sementes e farinha de lentilha e ervilha, corroborando com os dados obtidos no presente estudo.

Com relação ao teor de proteína, as amostras apresentaram médias entre 23,4 e 27,4% (Tabela 5), contudo não diferiram significativamente entre si ( $p > 0,05$ ). Dalgetty e Baik (2003) indicaram que o grão-de-bico apresenta menor percentual proteico em relação à ervilha e lentilha, com conteúdo variando entre 22,5 e 25,6% para sementes e entre 23,6 e 27,7% para farinhas. Entretanto, esses valores estão próximos ao encontrado neste trabalho. Ermetice *et al.* (2006) obtiveram 18,5% de proteína para grão-de-bico, enquanto que ervilha e lentilha apresentaram teores de 21,9% e 20,6%, respectivamente. Cabe ressaltar que as variedades dos grãos utilizados no estudo são oriundas de melhoramento genético da Embrapa e podem apresentar maior teor de proteína que as variedades comuns, como por exemplo da cultivar Cícero de grão-de-bico, que de acordo com Giordano e Nascimento (2005), pode apresentar teor proteico entre 25% e 29% logo após a retirada da vagem.

**Tabela 5 – Caracterização nutricional e física das leguminosas Ervilha Mikado, Grão-de-Bico Cícero e Lentilha Silvina.**

Características	Leguminosas <sup>1,2</sup>		
	Ervilha Mikado (ErvMK)	Grão-de-Bico Cícero (GBCic)	Lentilha Silvina (LentSil)
Umidade (%)	11,2 ± 0,1 a	10,3 ± 0,4 b	10,8 ± 0,1 a
Cinzas (%)	3,0 ± 0,3 a	2,7 ± 0,1 b	2,6 ± 0,1 b
Proteína (%)	25,4 ± 0,7 a	23,4 ± 0,9 a	27,4 ± 0,3 a
Lipídios (%)	0,55 ± 0,1 b	3,5 ± 0,6 a	0,0 b
Carboidratos (%)	58,87 ± 1,0 a	60,4 ± 0,8 a	59,1 ± 0,2 a
Valor energético (Kcal.100g <sup>-1</sup> ) <sup>4</sup>	345,7 ± 1,4 b	365,4 ± 4,5 a	346,2 ± 0,6 c
IDF (%) <sup>3</sup>	23,7 ± 5,3 a	25,8 ± 0,8 a	19,6 ± 0,1 a
SDF (%) <sup>3</sup>	9,0 ± 0,8 a	8,7 ± 1,3 a	7,0 ± 1,3 a
TDF (%) <sup>3</sup>	28,7 ± 0,4 a	34,5 ± 2,1 a	26,7 ± 1,4 a
Cor <sup>5</sup>			
L*	81,1 ± 0,3 c	87,6 ± 0,5 a	82,9 ± 0,7 b
a*	-2,2 ± 0,1 c	2,3 ± 0,1 a	1,2 ± 0,2 b
b*	22,4 ± 0,5 a	22,2 ± 0,4 a	19,1 ± 0,8 b
C*	22,5 ± 0,5 a	22,3 ± 0,3 a	19,1 ± 0,78 b
h°	95,5 ± 0,26 a	84,1 ± 0,3 c	86,3 ± 0,6 b

<sup>1</sup>Resultados apresentados em valores médios ± desvio padrão (em Base Seca);

<sup>2</sup>Médias seguidas de letra diferentes, na linha, diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey (p≤0,05).

<sup>3</sup>IDF – Fibra dietética insolúvel, SDF – Fibra dietética solúvel, TDF – Fibra dietética Total.

<sup>4</sup>Valor teórico; Kcal = (proteína x 4,0) + (carboidrato x 4,0) + (lipídio x 9,0)

<sup>5</sup>Cor: L\* (luminosidade ou brilho, variação de 0 a 100), cor a\* (variação de verde a vermelho, de -60 a +60) e a cor b\* (variação de azul a amarelo, -60 a +60); C\* saturação; h°, ângulo Hue.

Fonte: Próprio autor.

Quanto ao percentual de fibras dietéticas (IDF, SDF e TDF), as amostras das leguminosas ErvMK, GBCic e LentSil apresentaram médias entre 19,6 e 25,8% para fibra dietética insolúvel (IDF); 7,0 e 9,0% para fibra dietética solúvel (SDF) e 26,7 e 34,5% para fibra dietética total (TDF). Ermetice (2006) obteve um teor de IDF de 20,3% para ervilha e 19,0% para lentilha, valores muito próximos aos obtidos neste estudo, enquanto o teor de IDF para o grão-de-bico (13,9%) apresentou-se inferior. Para o teor de SDF, os valores encontrados por esse autor foram muito inferiores aos obtidos para as amostras analisadas neste estudo, sendo 1,73% para ervilha, 2,42% para grão-de-bico e 1,44% para lentilha. Quanto ao teor de fibra total, estudos demonstraram que o TDF das sementes de grão-de-bico pode se mostrar igual ou superior ao de leguminosas como lentilha e ervilha, variando entre 18,3 e 20,0%, sendo

que a maior parte pode ser encontrada na casca, com predominância de fibras insolúveis (TOSH; YADA, 2010, DALGETTY; BAIK, 2003).

Já em relação à análise da cor da farinha das leguminosas houve pequenas diferenças ( $p \leq 0,05$ ) entre todas as amostras (Tabela 5). Observou-se que todas as amostras apresentaram cores clara (elevado L) e baixa saturação ( $C^*$ ). Além disso, no espaço CIELab os valores de  $a^*$  e  $b^*$  são tão baixos que estão na zona central do gráfico, onde não há muita distinção de cor. O fato de as análises terem sido realizadas na farinha das leguminosas pode justificar essa proximidade de tonalidade do branco, visto que ao serem processadas cruas as amostras apresentam-se com cores mais claras que as amostras cozidas. Apesar disso, os valores do ângulo  $h^\circ$  indicaram a tendência para algumas tonalidades, como na amostra de ervilha, no qual seu ângulo médio de acima de  $90^\circ$  aponta tendência para uma tonalidade mais esverdeada, e para grão-de-bico e lentilha, os valores dos médios do ângulo Hue ficaram ainda na região da tonalidade amarela.

#### **5.4 Formulação de hambúrguer vegetal de caju com enriquecimento proteico**

A partir dos resultados expostos na Tabela 6 observou-se que, independentemente da leguminosa utilizada em associação com os diferentes percentuais de fibra do caju liofilizada, o conteúdo proteico não apresentou diferença estatística dentro de cada grupo de hambúrguer feito com a mesma leguminosa.

As formulações desenvolvidas com massa de Ervilha Mikado (ErvMk) nas proporções de 10% (F10\_E), 15% (F15\_E) e 20% (F20\_E) de fibra do caju liofilizada, apresentaram teores de proteína de entre 6,22 e 6,71%. Quando formulados com massa de grão-de-bico Cícero (GBCic), o teor proteico dos hambúrgueres foi menor, com média de 5,16% (variação de 4,68 a 5,49%). Já a massa de lentilha conferiu às formulações de hambúrguer (F10\_L, F15\_L e F20\_L) teores de proteína semelhantes aos hambúrgueres de ervilha, variando de 6,42 a 6,97%.

**Tabela 6 – Teor proteico de hambúrguer vegetal formulado com diferentes percentuais de fibra do caju liofilizada e enriquecido com leguminosas proteicas.**

Formulações de Hambúrguer Vegetal	Proteína (%) <sup>4,5</sup>
<b>Ervilha Mikado<sup>1</sup></b>	
F10_E	6,71 ± 0,24 a
F15_E	6,47 ± 0,77 a
F20_E	6,22 ± 0,26 a
<b>Grão-de-bico Cícero<sup>2</sup></b>	
F10_GB	5,32 ± 0,28 a
F15_GB	4,68 ± 0,16 a
F20_GB	5,49 ± 0,23 a
<b>Lentilha Silvina<sup>3</sup></b>	
F10_L	6,76 ± 0,42 a
F15_L	6,42 ± 0,37 a
F20_L	6,97 ± 0,41 a

<sup>1</sup>F10\_E: Formulação à base de 10% de fibra do caju liofilizada e ervilha; F15\_E: Formulação à base de 15% de fibra do caju liofilizada e ervilha; F20\_E: Formulação à base de 20% de fibra do caju liofilizada e ervilha.

<sup>2</sup>F10\_GB: Formulação à base de 10% de fibra do caju liofilizada e grão-de-bico; F15\_GB: Formulação à base de 15% de fibra do caju liofilizada e grão-de-bico; F20\_GB: Formulação à base de 20% de fibra do caju liofilizada e grão-de-bico.

<sup>3</sup>F10\_L: Formulação à base de 10% de fibra do caju liofilizada e lentilha; F15\_L: Formulação à base de 15% de fibra do caju liofilizada e lentilha; F20\_L: Formulação à base de 20% de fibra do caju liofilizada e lentilha.

<sup>4</sup>Resultados apresentados em valores médios ± desvio padrão (em base úmida);

<sup>5</sup>Médias seguidas da mesma letra, na coluna e dentro do mesmo grupo de formulações da mesma leguminosa, não diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey (p>0,05).

Fonte: Próprio autor.

Lima *et al.* (2013), ao avaliar a possibilidade de incorporar a leguminosa feijão-caupi em hambúrguer à base de fibra do caju, obteve teor proteico de 4,86%. Em outro estudo utilizando a fibra do caju prensada e macerada para elaborar dois tipos de hambúrguer enriquecidos com proteína texturizada de soja (PTS), Lima *et al.* (2016) observaram resultados de valor proteico de 4,8% para hambúrguer com fibra prensada e 5,7% para hambúrguer com fibra prensada e macerada. Apesar dos poucos estudos voltados para a caracterização de hambúrgueres de fibra do caju enriquecidos com leguminosas, observou-se que as formulações de hambúrguer com ervilha e lentilha analisadas apresentaram teor de proteína mais elevado que os demonstrados em estudos com outras leguminosas, e a formulação com grão-de-bico apresentou teor proteico dentro da faixa observada por Lima *et al.* (2016) para hambúrgueres de caju enriquecidos com PTS.

#### 5.4.1 Escolha da proporção de matéria-prima a ser trabalhada

Como não houve diferença no teor proteico das formulações da mesma leguminosa, foi realizado um teste sensorial de aceitação dos atributos sabor e textura para a definição da melhor proporção de fibra do caju liofilizada para formular o hambúrguer vegetal. No entanto, observa-se na Tabela 7 que todas as amostras foram igualmente aceitas pelos provadores, com médias hedônicas em torno de 7, correspondendo a “Gostei” na escala hedônica, não havendo diferença significativa ( $p \geq 0,05$ ) entre as médias, dentro de cada grupo de hambúrguer feito com a mesma leguminosa. Desse modo, foi utilizado outros critérios para a escolha das formulações que seguiriam para a próxima etapa do estudo, a saber, o menor custo financeiro para o desenvolvimento do produto e a melhor qualidade tecnológica.

A fibra do pedúnculo do caju possui menor custo que as leguminosas, além de promover a valorização da fibra do caju, diminuindo seu desperdício a partir do reaproveitamento para a produção de produtos em larga escala como o hambúrguer. Assim, teoricamente, as formulações com maior porcentagem de fibra do caju são as de menor custo. Analisando o outro critério, tem-se que o componente nutricional que pode contribuir com a melhoria da qualidade tecnológica é o teor de fibra.

Portanto, foram selecionadas as formulações de hambúrguer com 20% de fibra do caju liofilizada para avaliar o desempenho de sua aceitabilidade sensorial frente a produtos similares de 2 marcas comerciais, sendo elas: F20\_E – Formulação à base de 20% de fibra do caju e ervilha; F20\_GB – Formulação à base de 20% de fibra do caju e grão-de-bico e F20\_L – Formulação à base de 20% de fibra do caju e lentilha. Para essa comparação, foi escolhido um hambúrguer vegetal sem fibra do caju (AC1) e outro à base de fibra do caju (AC2).

**Tabela 7 – Médias de aceitação sensorial dos atributos sabor e textura do hambúrguer vegetal formulado com diferentes percentuais de fibra do caju liofilizada e enriquecido com diferentes leguminosas proteicas**

Formulações de Hamburguer	Aceitação Sensorial <sup>4,5,6</sup>	
	Sabor	Textura
<b>Ervilha<sup>1</sup></b>		
F10_E	7,3 a	7,1 a
F15_E	7,2 a	7,0 a
F20_E	7,2 a	6,9 a
<b>Grão-de-bico<sup>2</sup></b>		
F10_GB	7,3 a	7,2 a
F20_GB	7,3 a	7,2 a
F15_GB	7,0 a	7,0 a
<b>Lentilha<sup>3</sup></b>		
F15_L	7,2 a	6,8 a
F20_L	7,1 a	7,0 a
F10_L	7,2 a	6,8 a

<sup>1</sup>F10\_E: Formulação à base de 10% de fibra do caju liofilizada e ervilha; F15\_E: Formulação à base de 15% de fibra do caju liofilizada e ervilha; F20\_E: Formulação à base de 20% de fibra do caju liofilizada e ervilha.

<sup>2</sup>F10\_GB: Formulação à base de 10% de fibra do caju liofilizada e grão-de-bico; F15\_GB: Formulação à base de 15% de fibra do caju liofilizada e grão-de-bico; F20\_GB: Formulação à base de 20% de fibra do caju liofilizada e grão-de-bico.

<sup>3</sup>F10\_L: Formulação à base de 10% de fibra do caju liofilizada e lentilha; F15\_L: Formulação à base de 15% de fibra do caju liofilizada e lentilha; F20\_L: Formulação à base de 20% de fibra do caju liofilizada e lentilha.

<sup>4</sup> Valores hedônicos (Escala de 9 pontos), onde: (9) gostei muitíssimo, (8) gostei muito, (7) gostei, (6) gostei pouco, (5) nem gostei/nem desgostei, (4) desgostei pouco, (3) desgostei, (2) desgostei muito, (1) desgostei muitíssimo.

<sup>5</sup> Resultados apresentados em valores médios  $\pm$  desvio padrão.

<sup>6</sup> Médias seguidas da mesma letra, na coluna e dentro do mesmo grupo de formulações da mesma leguminosa, não diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

Fonte: Próprio autor.

### 5.5 Análise sensorial das amostras experimentais e comerciais

Antes da degustação das formulações de hambúrguer de caju selecionadas e dos produtos comerciais, foi solicitado aos provadores que avaliassem a aparência das amostras. Na Tabela 8 observa-se que a aceitação da aparência das formulações com grão-de-bico e lentilha foi de 6,7 e 6,8, respectivamente (entre “gostei pouco” e “gostei”), não diferindo estatisticamente entre si ( $p > 0,05$ ) nem da amostra comercial AC2 (6,5). A aceitação da aparência da formulação com ervilha (5,8) foi semelhante à da amostra comercial AC1 (5,3), sendo as menos aceitas entre todas as amostras avaliadas, como pode ser visualizado na Figura

15A, onde as frequências dos valores hedônicos foram concentradas em maior número na área de rejeição.

Todas as amostras apresentaram aceitação global com médias dos valores hedônicos entre “gostei pouco” (6) e “gostei” (7) (Tabela 8). Observa-se na Figura 15B, que todas as amostras apresentaram pelo menos 60% dos provadores escolhendo as categorias da região de aceitação da escala hedônica, ou seja, entre “gostei pouco” (6) e “gostei muitíssimo” (9). As amostras AC2 e F20\_L (lentilha) obtiveram 80% e 70%, respectivamente, das respostas na região de aceitação e não diferiram significativamente entre si quanto à média da aceitação global (Tabela 8).

Quanto ao atributo sabor (Tabela 8 e Figura 15C), todas as formulações de hambúrguer de fibra do caju foram aceitas, tendo as amostras com ervilha e lentilha alcançado média 6, correspondente a “gostei pouco”, mas não diferindo da amostra comercial AC2, que ficou entre 6 e 7, demonstrando que a adição de saborizantes nessa amostra comercial (Tabela 2) não influenciou a sua aceitação, ou por outro lado, a falta de aditivos nas formulações F20\_E e F20\_L não influenciou negativamente a sua aceitabilidade. A aceitação do sabor das formulações experimentais também não diferiu significativamente da aceitação da amostra comercial AC1. Contudo, destaca-se que a amostra comercial AC1 apresentou um desempenho inferior às amostras-teste, com o maior percentual de rejeição (mais de 30%) (Figura 15C).

Com relação à textura (Tabela 8), a amostra AC2 obteve maior aceitação, apresentando média 7,4, entre “gostei” e “gostei muito”, sendo superior às demais amostras que não diferiram entre si. Esse resultado pode ser confirmado na Figura 15D, na qual é possível observar que mais de 90% das respostas para a amostra AC2 ficaram na região de aceitação da escala hedônica (6 a 9). Essa superioridade de aceitabilidade em relação à textura pode ser atribuída à presença de PTS e espessante adicionado na formulação para melhorar a consistência e estrutura (Tabela 2). Porém, levando em consideração que as formulações experimentais não possuem nenhuma adição de gordura, proteína texturizada de soja (PTS) ou aditivos alimentares, o seu desempenho nos testes de aceitação da textura pode ser considerado satisfatório, pois ficou muito acima da região de indiferença da escala hedônica (5) e próxima do valor 6, sem diferir significativamente da amostra comercial AC1. Isso mostra o grande potencial que essas formulações apresentam de se elaborar um produto com uma excelente aceitação quando forem trabalhados os diferentes aspectos de sua textura.

Em suma, dentre as 3 formulações experimentais, a com ervilha foi a que apresentou maior aceitabilidade para os atributos avaliados, com 50% das respostas nas categorias de 7 a 9, e a que mais se aproximou do desempenho da amostra comercial AC2 que

se destacou sensorialmente. Complementarmente, para a amostra com leguminosas, os provadores descreveram comentários como “sabor excelente”, “boa aparência e “textura mole”.

**Tabela 8 – Médias de aceitação dos atributos sensoriais do hambúrguer vegetal à base de fibra do caju liofilizada enriquecido com diferentes leguminosas proteicas e dos hambúrgueres vegetais comerciais.**

Amostras <sup>1</sup>	Aceitação Sensorial <sup>2,3</sup>			
	Aparência	Global	Sabor	Textura
F20_E	5,8 c	5,9 b	6,0 ab	5,9 b
F20_GB	6,8 a	5,9 b	5,7 b	5,7 b
F20_L	6,7 a	6,1 ab	6,1 ab	5,7 b
AC1	5,3 c	5,9 b	5,7 b	6,2 b
AC2	6,5 ab	6,7 a	6,7 a	7,4 a

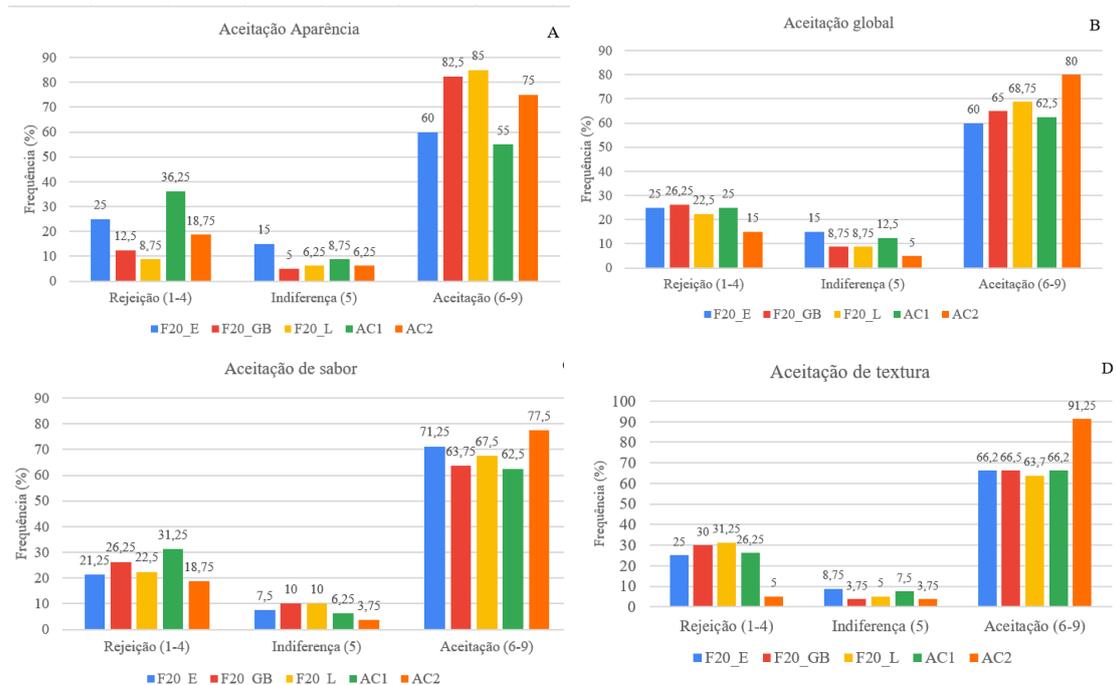
<sup>1</sup>F20\_E: Formulação à base de 20% de fibra do caju e ervilha; F20\_GB: Formulação à base de 20% de fibra do caju e grão-de-bico; F20\_L: Formulação à base de 20% de fibra do caju e lentilha; AC1: hambúrguer vegetal comercial sem fibra do caju; AC2: hambúrguer vegetal comercial com fibra do caju

<sup>2</sup> Valores hedônicos (Escala de 9 pontos), onde: (9) gostei muitíssimo, (8) gostei muito, (7) gostei, (6) gostei pouco, (5) nem gostei/nem desgostei, (4) desgostei pouco, (3) desgostei, (2) desgostei muito, (1) desgostei muitíssimo.

<sup>3</sup> Médias seguidas de letra diferentes, na coluna, diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Fonte: Próprio autor.

**Figura 15 – Histogramas das frequências (%) por região da escala hedônica para os atributos de aceitação de Aparência (A), Global (B), Sabor (C) e Textura (D) dos hambúrgueres vegetais à base de fibra do caju liofilizada e enriquecidos com diferentes leguminosas proteicas e dos hambúrgueres vegetais comerciais.**



F20\_E: Formulação à base de 20% de fibra do caju e ervilha; F20\_GB: Formulação à base de 20% de fibra do caju e grão-de-bico; F20\_L: Formulação à base de 20% de fibra do caju e lentilha; AC1: Amostra comercial 1; AC2: Amostra comercial 2.

Fonte: Próprio autor.

Um dos primeiros estudos com hambúrguer à base de fibra do caju foi desenvolvido por Galvão (2006), em que três formulações de hambúrguer de fibra do caju em valores percentuais entre 78 e 82% foram comparadas a uma outra formulação à base de carne bovina por meio de análise sensorial. Nesse estudo, os consumidores demonstraram resultados positivos de aceitação pelas amostras de caju, as quais apresentaram médias entre 5 e 8 na escala hedônica para impressão global, correspondentes a “nem gostei/nem desgostei” a “gostei muito”. Para os atributos aroma, aparência, sabor e textura, as amostras comerciais apresentaram média entre 7 e 8, correspondendo a “gostei moderadamente” e “gostei muito”.

Pinho *et al.* (2011) desenvolveram três formulações de hambúrguer com resíduo do pedúnculo em pó como substituto de carne bovina: farinha obtida do resíduo de pedúnculo de caju desidratado em estufa; farinha obtida do resíduo branqueado em água a 100 °C e desidratado em estufa; e farinha obtida do resíduo liofilizado, sendo ainda utilizada uma

amostra controle. As amostras passaram por análise sensorial de aceitação do aroma e sabor. Os hambúrgueres com a farinha do resíduo desidratado e resíduo branqueado apresentaram boa aceitação para o sabor, com médias hedônicas entre “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente”, sem diferença significativa entre si. Por sua vez, a amostra elaborada com resíduo liofilizado apresentou valores hedônicos mais baixos, entre “nem gostei/nem desgostei” e “gostei ligeiramente”. Quanto à aceitação do aroma, as amostras não apresentaram diferença significativa, atingindo valores da escala entre a região de indiferença (“nem gostei/nem desgostei”) e de baixa aceitação (“gostei ligeiramente”).

Noutro estudo, Lima *et al.* (2016), utilizando a fibra do caju prensada e a fibra do caju prensada e macerada para obter dois tipos de hambúrguer enriquecidos com proteína texturizada de soja, obtiveram aceitação sensorial de 7,6, e 7,3, respectivamente. Em outro estudo, foi estudada a possibilidade de utilizar feijão-caupi para enriquecimento proteico do hambúrguer à base de fibra do caju (LIMA *et al.*, 2018). Os autores desenvolveram três formulações com proporções de fibra do caju e massa de feijão-caupi de 60/40, 50/50 e 40/60. A amostra escolhida para seguir no estudo, após análise de grupo focal, foi a amostra com proporção 50/50. Em sua análise sensorial foi obtida média de 7,8, próxima à categoria que corresponde a “gostei muito”.

Rosa e Lobato (2020) desenvolveram dois hambúrgueres, um com a utilização do suco do caju (15%) e a adição dos seguintes ingredientes: carne moída (60%), proteína texturizada de soja (5%), água (5%) e condimentos (15%); e outro à base de fibra do caju (9,5%) com a adição de 75% de carne moída, 6% de proteína texturizada, água (5%) e 9,5% de condimentos. Na avaliação sensorial, não houve diferença entre as amostras, as quais apresentaram alta aceitabilidade, com médias em torno de 7, correspondendo a “gostei moderadamente” na escala hedônica.

Nagagata *et al.* (2020) desenvolveram três formulações de hambúrguer vegano à base de leguminosas, sendo elas: proteína texturizada de soja, feijão vermelho e grão-de-bico. O hambúrguer de grão-de-bico apresentou destaque em todos os atributos (aparência, sabor e aceitação global), igualando-se com o hambúrguer à base de proteína texturizada de soja em aceitação da aparência e aceitação global, porém a amostra de feijão vermelho apresentou as menores médias.

Na Tabela 9 estão apresentados os totais de ordenação do teste de preferência das cinco amostras de hambúrguer avaliadas no presente estudo. Para um total de 80 respostas e 5 amostras, a diferença crítica entre os totais de ordenação para estabelecer diferença significativa entre as amostras é 55 (NEWELL; MACFARLANE, 1987), portanto a amostra AC2 apresentou

maior preferência entre as demais amostras, as quais não apresentaram diferença entre si. É possível ainda observar que todas as formulações com leguminosas foram igualmente preferidas, ou seja, apesar de possíveis diferenças nos valores hedônicos, os provadores não apontaram uma clara preferência por uma determinada formulação. Além disso, essas formulações também foram igualmente preferidas em relação à amostra comercial AC1.

**Tabela 9 – Totais de ordenação de preferência pelo teste de Friedman para o hambúrguer vegetal à base de fibra do caju liofilizada e enriquecidos com leguminosas proteicas e para os hambúrgueres vegetais comerciais**

Amostra <sup>1</sup>	Total de Ordenação Preferência <sup>2</sup>
AC2	297 a
F20_L	238 b
AC1	228 b
F20_E	224 b
F20_GB	213 b

<sup>1</sup> F20\_E: Formulação à base de 20% de fibra do caju e ervilha; F20\_GB: Formulação à base de 20% de fibra do caju e grão-de-bico; F20\_L: Formulação à base de 20% de fibra do caju e lentilha; AC1: Amostra comercial 1; AC2: Amostra comercial 2.

<sup>2</sup> Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si ( $p > 0,05$ ).  
Fonte: Próprio autor.

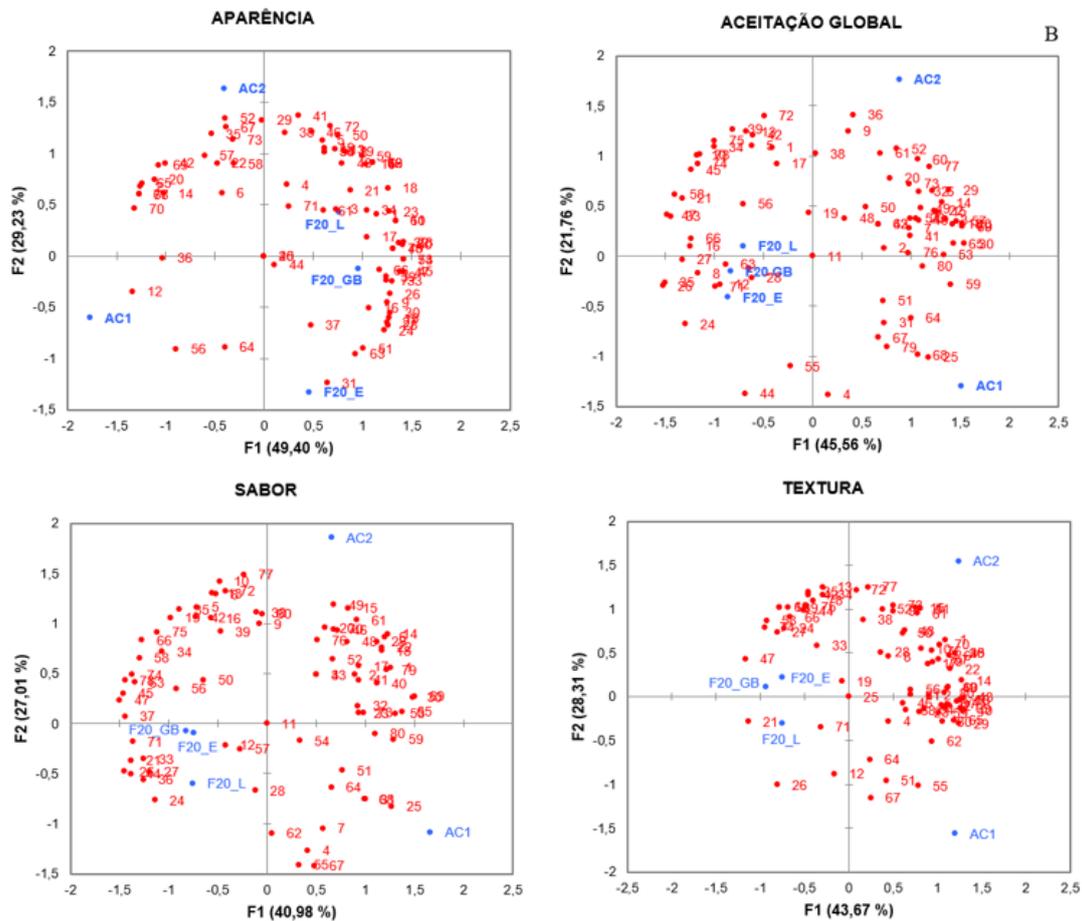
Como as amostras não apresentaram uma grande diferença pelas médias de aceitação, nem pelo teste de ordenação-preferência, os valores hedônicos foram submetidos a uma análise multivariada de componentes principais (ACP) para a determinação do Mapa Interno de Preferência (Figura 16). No mapa de preferência em relação à aparência (Figura 16A), as formulações ficaram separadas, no eixo F1, em dois grupos, sendo as amostras experimentais no lado direito, próximas à maioria dos provadores, e as comerciais no lado esquerdo. As amostras também se separam no sentido vertical, ou seja, em relação à F2, sendo os hambúrgueres com lentilha e grão-de-bico os mais preferidos, pois ficaram próximos à maioria dos provadores, enquanto o hambúrguer de ervilha foi o menos preferido quanto à aparência, entre as formulações experimentais. A amostra comercial AC2 destacou-se por apresentar aceitação por parte de todos os provadores que estão nos 2 quadrantes superiores, e a amostra comercial AC1 ficou isolada no quadrante inferior esquerdo, mostrando ser a menos preferida em relação à aparência.

Observa-se na Figura 16B, que, em relação à aceitação global, as formulações de hambúrguer à base de fibra do caju liofilizada com leguminosas não se separaram no espaço do gráfico, e a amostra AC2 mostrou ser a mais preferida, pois ficou no quadrante superior direito,

próxima à grande maioria dos consumidores, confirmando o resultado do teste de ordenação-preferência. No entanto, pode-se afirmar que houve um grupo de consumidores que gostou mais das formulações experimentais, pois ficaram posicionados próximos a elas, no lado esquerdo do gráfico. A amostra AC1 mostrou ser a menos preferida, pois está no quadrante inferior direito, próxima a um pequeno grupo de provadores.

Os resultados para a preferência das amostras em relação ao sabor (Figura 16C) e textura (Figura 16D) foram muito semelhantes ao resultado da aceitação global quanto ao posicionamento das amostras, apenas as formulações experimentais ficaram um pouco mais separadas entre si, acusando uma maior diferença entre elas quanto à aceitação do sabor e da textura. Esse fato é muito comum em produtos alimentícios, tendo o sabor como fator determinante na sua aceitabilidade. Neste caso, de um produto estruturado como o hambúrguer, a textura também exerceu grande influência em sua aceitabilidade global. No entanto, a distribuição dos consumidores foi diferente. No mapa de preferência do sabor (Figura 16 C), houve uma maior segmentação dos provadores, indicando que uma grande parte dos participantes dos testes gostou mais do sabor das formulações experimentais à base de fibra do caju e leguminosas do que do sabor dos produtos comerciais. Por outro lado, no mapa de preferência da textura (Figura 16D) os provadores ficaram mais concentrados no lado direito do gráfico, indicando que a grande maioria gostou mais da textura dos hambúrgueres das marcas comerciais.

**Figura 16 – Mapa de Preferência para os dados de Aceitação da Aparência (A), Aceitação Global (B), Aceitação do Sabor (C) e Aceitação da Textura (D) do hambúrguer vegetal à base de fibra do caju liofilizada enriquecido com diferentes leguminosas proteicas e dos hambúrgueres vegetais comerciais.**



F20\_E: Formulação à base de 20% de fibra do caju e ervilha; F20\_GB: Formulação à base de 20% de fibra do caju e grão-de-bico; F20\_L: Formulação à base de 20% de fibra do caju e lentilha; AC1: Amostra comercial 1; AC2: Amostra comercial 2.

Fonte: Próprio autor.

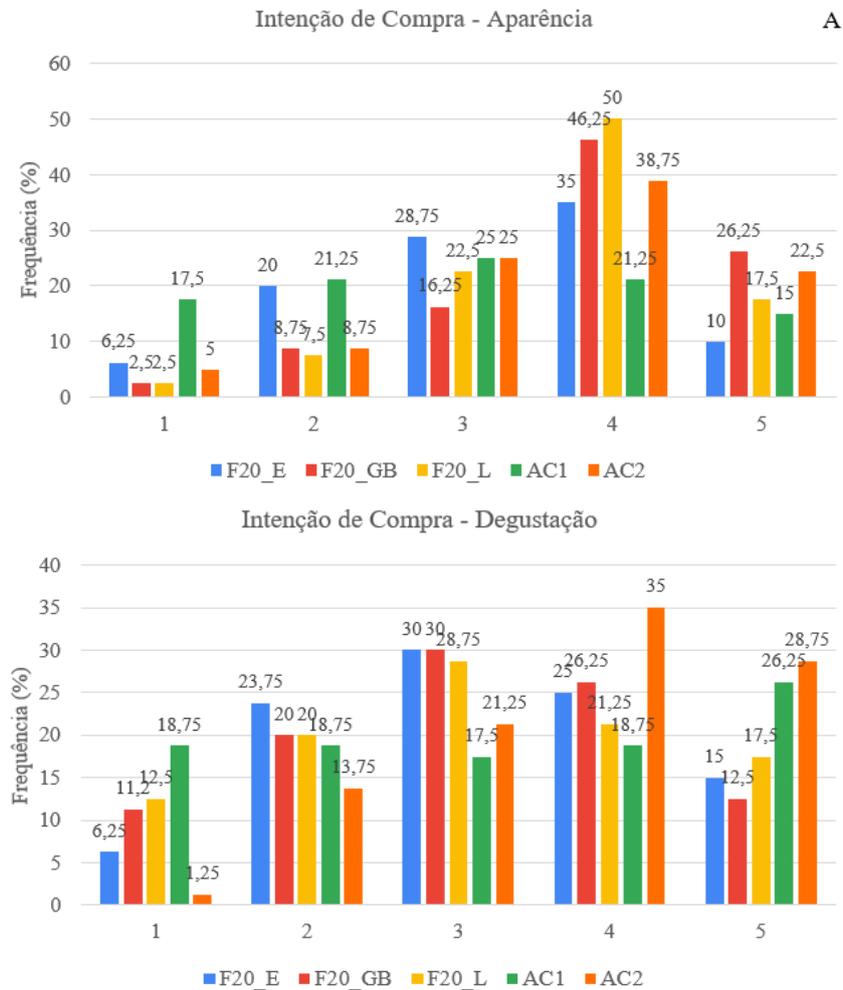
Com base nos resultados do teste de intenção de compra, observou-se que os provadores, ao analisarem apenas a aparência das amostras do hambúrguer cru, indicaram atitude de compra positiva (somatório das frequências nas categorias “certamente compraria” e “provavelmente compraria”) superior a 60% para as amostras F20\_GB (72,5%), F20\_L (67,5%) e AC2 (61,25%) (Figura 17A). Os maiores índices de atitude negativa de compra (somatório das frequências nas categorias “certamente não compraria” e “provavelmente não compraria”) foram para as amostras AC1 (38,75%) e F20\_E (26,25). Observou-se ainda que

todas as amostras receberam, em média, 23% de indicações na região de indecisão da escala (3 = “talvez comprasse, talvez não comprasse”).

Quando avaliada a intenção de compra com base na degustação das amostras de hambúrgueres vegetais experimentais e as comerciais, verificou-se que apenas a AC2 alcançou atitude positiva de mais 60% dos provadores (Figura 17B) e apenas 39 a 45% dos provadores sinalizaram interesse de comprar as demais amostras. A taxa de indecisão em adquirir o produto após a degustação ficou entre 19 e 24%. Com exceção da AC2, as demais amostras receberam, em média, 30% de atitude negativa para compra. Mesmo que os resultados tenham evidenciado existir maior intenção de compra para o produto comercial, as formulações à base de caju permaneceram na faixa positiva de compra, o que pode favorecer sua receptividade no mercado, inclusive competindo com alguns produtos comerciais de menor aceitabilidade.

Lima *et al* (2013), em estudo de hambúrguer à base de fibra do caju e feijão caupi, demonstraram que cerca de 86% dos provadores responderam em sua intenção de compra que provavelmente comprariam ou certamente comprariam o produto. Galvão (2006), ao avaliar três amostras de hambúrguer de caju e uma de hambúrguer bovino, demonstrou que a intenção de compra de suas amostras apresentou valores médios entre 2,90 e 4,44 para as amostras à base de caju e 4,60 para as amostras de carne bovina, em uma escala de 5 pontos, na qual 1=certamente compraria, 3=talvez comprasse, talvez não comprasse, e 5=certamente compraria.

**Figura 17 – Histograma das frequências (%) da Intenção de Compra da aparência (A) e da degustação (B) do hambúrguer vegetal à base de fibra do caju liofilizada enriquecidos com diferentes leguminosas proteicas e dos hambúrgueres vegetais comerciais.**



F20\_E: Formulação à base de 20% de fibra do caju e ervilha; F20\_GB: Formulação à base de 20% de fibra do caju e grão-de-bico; F20\_L: Formulação à base de 20% de fibra do caju e lentilha; AC1: Amostra comercial 1; AC2: Amostra comercial 2.

Fonte: Próprio autor.

## 5.6 Composição centesimal dos hambúrgueres vegetais experimentais e comerciais

A Tabela 10 apresenta a composição nutricional das amostras de hambúrguer vegetal à base de fibra do caju liofilizada enriquecido com massa de leguminosas proteicas e dos hambúrgueres vegetais comerciais. Pode-se verificar que as amostras diferem estatisticamente entre si ( $p \geq 0,05$ ) para os teores de umidade, cinzas, proteínas, lipídios, carboidratos e valor energético.

**Tabela 10 – Composição nutricional de hambúrgueres vegetais à base de fibra do caju liofilizada enriquecidos com leguminosas proteicas e dos hambúrgueres vegetais comerciais**

Composição Nutricional <sup>2,3</sup>	Hambúrgueres Vegetais <sup>1</sup>				
	F20_E	F20_GB	F20_L	AC1	AC2
Umidade (%)	66,5 ± 0,3 b	66,6 ± 0,4 b	67,2 ± 0,2 a	59,2 ± 1,0 c	55,2 ± 8,5 d
Cinzas (%)	2,1 ± 0,2 b	1,9 ± 0,1 c	2,3 ± 0,1 b	2,7 ± 0,1 a	2,2 ± 0,2 b
Proteína (%)	5,2 ± 0,1 d	4,4 ± 0,1 e	6,2 ± 0,4 c	14,5 ± 0,5 a	11,2 ± 0,1 b
Lipídios (%)	1,3 ± 0,1 b	0,8 ± 0,1 c	1,0 ± 0,1 c	12,1 ± 1,0 a	12,0 ± 1,5 a
Carboidratos (%)	24,9 ± 0,2	26,1 ± 0,6	23,3 ± 0,4	11,3 ± 0,7	19,4 ± 8,3
Valor energético (Kcal.100g <sup>-1</sup> ) <sup>4</sup>	132,2 ± 1,2	129,8 ± 1,8	126,9 ± 1,7	212,8 ± 9,5	230,5 ± 1,2

<sup>1</sup>F20\_E: Formulação à base de 20% de fibra do caju e ervilha; F20\_GB: Formulação à base de 20% de fibra do caju e grão-de-bico; F20\_L: Formulação à base de 20% de fibra do caju e lentilha; AC1: hambúrguer vegetal comercial sem fibra do caju; AC2: hambúrguer vegetal comercial com fibra do caju

<sup>2</sup>Resultados apresentados em valores médios ± desvio padrão (Base úmida).

<sup>3</sup>Médias seguidas de letra diferentes, na linha, diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

<sup>4</sup>Valor teórico; Kcal = (proteína x 4,0) + (carboidrato x 4,0) + (lipídio x 9,0)

Fonte: Próprio autor.

O teor de umidade das amostras de hambúrguer variou de 55,2 a 67,2% (Tabela 10), com o maior teor apresentado pela amostra experimental de lentilha, a qual diferiu estatisticamente das demais. As amostras de grão-de-bico (66,6%) e de ervilha (66,5%) apresentaram teores de umidade semelhantes. Os menores percentuais de umidade foram observados nas amostras comerciais. A presença de fibras de caju e leguminosas nas formulações-teste pode justificar o teor de umidade mais elevado, pois esses ingredientes possuem componentes nutricionais que auxiliam na capacidade de absorção de água, formando um gel (CORTAT *et al.*, 2015). Quanto ao teor de cinzas, a amostra AC1 destacou-se com o

maior percentual (2,7%), diferindo das demais amostras. O menor conteúdo de cinzas foi observado na amostra experimental de grão-de-bico (1,9%).

O uso de leguminosas nas formulações de hambúrguer de caju conferiu às amostras teores proteicos variando de 4,4 a 6,2%, com menor teor para a de grão-de-bico (4,4%). Essas amostras apresentaram diferença estatística em relação às amostras comerciais, que se destacaram pelo seu alto teor proteico (14,5 e 11,2% para AC1 e AC2, respectivamente). O elevado conteúdo proteico presente nas amostras comerciais pode estar relacionado com o uso associado de duas proteínas vegetais. Observa-se na Tabela 2, que no rótulo de ambas as amostras está declarado o uso de proteína de soja.

Em relação ao conteúdo lipídico, as formulações apresentaram diferença significativa entre si ( $p \leq 0,05$ ), sendo as amostras comerciais as de maior teor lipídico, em torno de 12%, enquanto as amostras-teste apresentaram teores muito baixos, em torno de 1%, visto que na formulação dessas amostras não houve adição de nenhum tipo de gordura (Tabela 1). Os ingredientes adicionados nas amostras comerciais, como a presença de gordura de coco e óleo de canola na amostra AC1 e de gordura vegetal na amostra AC2, explicam o teor elevado de lipídios, bem como o elevado valor calórico desses produtos. Observa-se, na Tabela 10, que o valor energético das amostras comerciais foi, em média, cerca de 70% maior que das formulações-teste, apesar das amostras experimentais terem apresentado maior teor de carboidratos, variando de 23 a 26%, enquanto as amostras comerciais apresentaram de 11 a 19% de carboidratos.

Lima *et al.* (2013), ao avaliar hambúrgueres enriquecidos com a leguminosa feijão-caupi, obtiveram valores de 71,08% para umidade, 2,07% para cinzas, 4,86% para proteína e 1,19% para lipídeos. Em outro estudo desenvolvido por Lima *et al.* (2016) com a adição de proteína texturizada de soja em hambúrgueres à base de fibra do caju prensada e macerada, foram obtidos valores de 73,36 e 70,04% para umidade, 2,04 e 2,21% para cinzas, 4,87 e 5,77% para proteínas e 0,70 e 1,01% para lipídios. Tais estudos apresentam resultados semelhantes aos valores obtidos na presente pesquisa para as amostras enriquecidas com as leguminosas: ervilha (ErvMk), grão-de-bico (GBCic) e lentilha (LetSil).

#### 5.6.1 Perfil de textura dos hambúrgueres vegetais experimentais e comerciais

Observa-se na Tabela 11 que as amostras diferiram estatisticamente entre si ( $p \leq 0,05$ ) para todos os parâmetros de textura analisados nos hambúrgueres fritos (Tabela 11). As amostras comerciais AC1 e AC2, apresentaram valores mais baixos para firmeza (indicando

maior maciez) e a amostra com grão-de-bico não deferiu significativamente delas, enquanto as amostras com ervilha e lentilha apresentaram os maiores valores.

As amostras comerciais AC1 e AC2 apresentaram maior elasticidade que as formulações-teste, as quais não diferiram entre si. Isso aponta que as amostras comerciais conseguem se recuperar ao seu estado original com mais rapidez ao serem comprimidas, em comparação as amostras com adição de leguminosas. Porém, quanto maior a elasticidade, maior as chances de o produto ter uma textura “borrachuda”.

Quanto à coesividade, as amostras comerciais apresentaram os maiores valores, indicando serem produtos mais estruturados que as amostras experimentais. Esse parâmetro indica como o produto se comporta ao ser comprimido, avaliando a extensão dessa deformação antes do seu rompimento.

Para gomosidade, a amostra com grão-de-bico apresentou o menor valor, mas não diferiu a AC1. Esse parâmetro avalia a quantidade de movimentos que são necessários para o alimento ser totalmente desintegrado e esteja no ponto ideal para ser deglutido, confirmando que a amostra de grão-de-bico possuía textura mais “mole” e com aspecto de “patê” como determinado pelos provadores.

A mastigabilidade corresponde o tempo necessário para mastigar uma amostra em velocidade constante, a ponto de reduzi-la até a consistência adequada para deglutição, estando ela diretamente relacionada a coesividade. Nesse parâmetro, as amostras apresentaram resultados semelhantes, com a amostra de grão-de-bico apresentando o menor valor em relação aos valores obtidos para as amostras comerciais AC1 e AC2. No entanto, as amostras experimentais não diferiram entre si.

A presença de ingredientes nas amostras comerciais como proteína texturizada de soja, gordura vegetal, estabilizante, dentre outros, beneficiaram essas amostras quanto à textura, porém, mesmo com a ausência desses ingredientes, as amostras experimentais de hambúrguer de fibra do caju com leguminosas obtiveram boa avaliação por parte dos provadores.

Lima *et al.* (2014) ao avaliar a fibra do caju após diversos tratamentos mediante a elaboração de hambúrgueres a partir dessas fibras, observou que os hambúrgueres elaborados somente com a fibra liofilizada atingiram resultados de 0,421 para coesividade e 0,807 para elasticidade, demonstrando ser estes hambúrgueres firmes devido a adição de fibra de caju, porém podem se deformar com maior facilidade antes de sofrerem a rompimento, diferentemente das amostras estudadas.

**Tabela 11 – Perfil de Textura (TPA) do hambúrguer vegetal à base de fibra do caju liofilizada enriquecido com diferentes leguminosas proteicas e dos hambúrgueres vegetais comerciais.**

<b>Amostras</b>	<b>F20_E</b>	<b>F20_GB</b>	<b>F20_L</b>	<b>AC1</b>	<b>AC2</b>
Firmeza (g)	575,3 a	390,0 bc	566,4 a	314,7 c	435,8 b
Elasticidade	0,274 b	0,275 b	0,294 b	0,407 a	0,378 a
Coesividade	0,221 c	0,213 c	0,217 c	0,353 a	0,290 b
Gomosidade	128,3 a	82,6 b	123,5 a	110,9 ab	127,2 a
Mastigabilidade	35,5 ab	23,0 b	36,4 ab	45,6 a	49,4 a

<sup>1</sup>F20\_E: Formulação à base de 20% de fibra do caju e ervilha; F20\_GB: Formulação à base de 20% de fibra do caju e grão-de-bico; F20\_L: Formulação à base de 20% de fibra do caju e lentilha; AC1: hambúrguer vegetal comercial sem fibra do caju; AC2: hambúrguer vegetal comercial com fibra do caju

<sup>2</sup>Médias seguidas de letra diferentes, na coluna, diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Fonte: Próprio autor.

## 6 CONCLUSÃO

O estudo da diversidade de produtos *plant-based* à base de fibra do caju liofilizada demonstrou que a fibra é uma matéria-prima versátil, com excelentes características de cor e sabor, tornando possível a elaboração de produtos vegetais análogos a produtos cárneos como salsicha, quibe, coxinha e hambúrguer.

As leguminosas ervilha, grão-de-bico e lentilha mostraram ser boas alternativas para incorporação em alimentos *plant-based*, contribuindo com um bom aporte de proteína e fibras, porém, em menor concentração do que produtos de origem animal. Uma alternativa ao uso dessas leguminosas seria o seu uso com adição de isolados ou concentrados protéicos.

A aceitabilidade sensorial da aparência e sabor do hambúrguer vegetal de fibra do caju liofilizada enriquecido com leguminosas proteicas (ervilha, grão-de-bico e lentilha) demonstra serem essas formulações alternativas viáveis de produtos *plant-based*, mas a análise da textura revela que esse atributo pode ainda ser trabalhado, de modo a elevar sua aceitabilidade sensorial.

Este trabalho traz grande contribuição para o meio acadêmico, pois apresenta estudos importantes sobre a fibra do caju, um subproduto do pedúnculo do caju que pode oferecer benefícios alimentares para a população e diminuir o desperdício do pedúnculo. Além disso, a fibra liofilizada pode ser um importante ingrediente para a indústria de alimentos, que é ávida por produtos inovadores e diferenciados para o crescente setor de produtos *plant-based*. Nesse contexto, a inserção de leguminosas como fonte de proteínas vegetais, agrega valor nutricional e oferece uma diversificação das opções de produtos disponibilizados.

Os resultados obtidos neste estudo fornecem informações para empresas a respeito do uso da fibra do pedúnculo do caju de forma simples, com o desenvolvimento de produtos com poucos ingredientes e com boa aceitação sensorial.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, F. A. P.; DONIER, M.; DIONISIO, A. P.; CARAIL, M.; CARIS-VEYRAT, C.; DHUIQUEMAYER, C. Cashew apple (*Anacardium occidentale* L.) extract from by-product of juice processing: a focus on carotenoids. **Food Chemistry**, v. 138, n. 1, p. 25-31, 2013.

ALBUQUERQUE, Naiara. Valor econômico. Agronegócio. “Flexitarianos” preferem alimentos *plant-based* que não imitam carnes aponta pesquisa. 2020. Disponível em: <https://valor.globo.com/agronegocios/noticia/2020/11/30/flexitarianos-preferem-alimentos-plant-based-que-no-imitam-carnes-aponta-pesquisa.ghtml>. Acesso em: 20 dez. 2021.

ALLENDE, D. R.; DÍAZ, F. F.; AGÜERO, S. D. Ventajas y desventajas nutricionales de ser vegano o vegetariano. **Revista Chilena de Nutrición**, Santiago, v. 44, n. 3, p. 218-225, jun. 2017.

ANKOM. Technology method 2: rapid determination of oil/fat utilizing high temperature solvent extraction. Macedon, p. 2, 2009.

ASKEW, K. Europe Leads in Innovation as Meat-free Demand Grows. 2017. Disponível em: <https://www.foodnavigator.com/Article/2017/08/24/Europe-leads-in-innovation-as-meat-free-demand-grows/>. Acesso em: 28 dez 2021.

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. 18th ed., 3rd rev. Gaithersburg, MD, 2010.

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.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SUPERMERCADOS – ABRAS. Em pouco tempo, mercado *plant-based* deve dobrar de volume no Brasil. 20 de set. 2021. Disponível em: <https://www.abras.com.br/clipping/geral/106694/em-pouco-tempo-mercado-plant-based-deve-dobrar-de-volume-no-brasil>. Acesso em: 13 de dez. 2021.

BIÇER, B. T., SAKAR, D. Inheritance of pod and seed traits in chickpea. **Journal of Environmental Biology**, Lucknow, v. 31, n. 5, p. 667-669. 2010.

BONNY, S. P. F.; GRAHAM, G.; PETHICK, D. W.; HOCQUETTE, J. F. What is artificial meat and what does it mean for the future of the meat industry? **Journal of Integrative Agriculture**, v. 14, n. 2, p. 255-263, july. 2015.

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

BRAINER, M. S. C. P.; VIDAL, M. F. Cajucultura nordestina em recuperação. **Caderno Setorial ETENE**, Fortaleza, ano 3, v. 54, p. 1-13, nov., 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. **Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação**. Brasília: Ministério da Saúde, 2008.

CARBINATTO, B.; DEL RIO, F.; ZANOCCO, L.; VERSIGNASSI, A. Mercado plant-based: a ascensão carne sem carne. Economia. **Revista Você S/A**. Editora: Abril. 2021. Disponível em: <https://vocesa.abril.com.br/economia/carne-sem-carne-mercado-plant-based-cresce-no-mundo-e-pode-atingir-us-370-bi-em-2035/>. Acesso em: 16 de jan. 2022.

CARNEIRO, W. M. A. Cadeia produtiva do caju no nordeste brasileiro. **Informe rural ETENE**, Fortaleza, CE, ano 2, n. 12, p. 1-12, dez. 2008.

CAMPOS, A. M. B. T. C. **Avaliação da diversidade genética de uma coleção portuguesa de ervilha (*Pisum sativum* L.) através de marcadores morfológicos e moleculares**. 2014. Dissertação (Mestrado em Agricultura Sustentável) – Instituto Politécnico de Portalegre, Escola Superior Agrária de Elvas, Elvas-Portugal, 2014.

CARVALHO, I. M. M.; QUEIROZ, J. H. BRITO, L. F.; TOLEDO, R. C. R.; SOUZA, A. L. O consumo de castanhas pode reduzir o risco de processos inflamatórios e doenças crônicas. **Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v.8, n.15, p. 1977-1996, out.-nov., 2012.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2.ed. Campinas: Editora UNICAMP, p. 207. 2003.

COELHO, R. G. Interações Nutricionais, parte 2: ao nível pós-absortivo. **Revista de Nutrição e Metabolismo**, Porto Alegre, v. 2, n. 4, p. 179-182, 1995.

COMEX STAT. Exportação e Importação Geral. 2020. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral>. Acesso em: 15 de dez. 2021.

CORREA, I. N.; POLTRONIERI, F. Ação hipocolesterolêmica das proteínas de leguminosas. **Revista da Associação Brasileira de Nutrição**. São Paulo, SP, Ano 7, n. 2, p. 79-90, jul-dez. 2016.

CORTAT, C. M. G.; GLIELMO, J. L. A. P.; IGLESIAS, R. A.; PEIXOTO, V. O. D. S.; FONTANIVE, R.; CITELLI, M.; ZAGO, L.; SANTANA, I. Desenvolvimento de biscoito tipo cookie isento de glúten à base de farinha de banana verde e óleo de coco. **Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 3, p. 20-26, 2015.

DALGETTY, D. D.; BAIK, B. K. Isolation and characterization of cotyledon fibres from peas, lentils, and chickpea. **Cereal Chemistry**, Washington, v. 80, p. 310–315, mai. 2003. DESSIMONI-PINTO, N. A. V.; MOREIRA, W. A.; CARDOSO, L. M.; PANTOJA, L. A. Jaboticaba peel for jelly preparation: an alternative technology. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 31, n. 4, p. 864-869 dec. 2011.

ERMETICE, G.; MONICI, K.; PISSINI, S.; OLIVEIRA, A. Chemical composition, dietary fibre and resistant starch contents of raw and cooked pea, common bean, chickpea and lentil legumes. **Food Chemistry**, Campinas, v. 94, e. 3, p. 327 - 330, fev. 2006.

EMBRAPA SOJA. História da soja. 2016 Disponível em:  
<https://www.embrapa.br/en/soja/cultivos/soja1/historia>. Acesso em: 09 de novembro de 2021.

FAGUNDES, A.; DA SILVA, L. H.; GARCIA, L.; PASSOS, C. A.; SILVA, D. A. Elaboração de Cookies Enriquecidos com farinha de Grão-de-bico. **Anais...** Salão internacional de ensino, pesquisa e extensão. Bagé: SIEPE, vol. 5, n. 2, 2013.

FAOSTAT. Crops, produção de lentilhas no mundo. 2020. Disponível em:  
<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>. Acesso em: 15 de dez. 2021.

FERREIRA, M. D.; SPRICIO, P. C. Instrumentação Pós-colheita em Frutas e Hortaliças. Parte 4: Análises não destrutivas. Capítulo 1: Princípios e Aplicações na Agricultura. P. 210-220 2017. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1084379/1/Parte4cap1Colorimetria....pdf>. Acesso em: 20 dez. 2021.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO. **Water Development and Management Unit. 2013.** Disponível em:  
[http://www.fao.org/nr/water/cropinfo\\_pea.html](http://www.fao.org/nr/water/cropinfo_pea.html). Acesso em: 15 de agosto de 2021.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO. **FAO Statistics Database - Agriculture.** 2018. Disponível em:<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize/> . Acesso em: 15 de agosto de 2021.

FREITAS, S. C.; ANTONIASSI, R.; SILVA, T. S. S.; FELBERG, I. Coletânea de métodos analíticos para determinação de fibra. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2011.

FREITAS, S. C.; SILVA, T. S.; CARVALHO, P. G. B.; TUPINAMBÁ, D. D.; KOAKUZU, S. N.; CARVALHO, A. V.; MOURA, C. F. H. Procedimento operacional padrão para determinação de fibras solúvel e insolúvel. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos. 2008.

FRIEDMAN, M. The use of ranks to avoid the assumption of normality implicit in the Analysis of Variance. *Journal of the American Statistical Association.*, v.32, p. 675. 1937.

GALVÃO, A. M. P. G. Aproveitamento da fibra do caju (*Anacardium occidentale* L.) na formulação de um produto tipo hambúrguer. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

GAUR, P. M., TRIPATHI, S., GOWDA, C. L. L., RANGA RAO G. V., SHARMA, H. C., PANDE, S., & SHARMA M. Chickpea seed production manual. Pantacheru, Andhra Pradesh. India, International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Índia, 28 p. 2010.

GAVIOLI, Ana Paula Rodrigues., A soja transgênica no brasil e suas influências à saúde e ao meio ambiente. **Revista Científica FAEMA**, Ariquemes, v. 6, n. 2, pág. 1-16, dez. 2015.

GIORDANO, L. B.; NASCIMENTO, W. M. Cícero: Grão-de-bico. Embrapa, Brasília, jul. 2005. Disponível em:< <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/159264/1/digitalizar0185.pdf>>. Acesso em: 12 de nov. de 2021.

GOMES, Wellington Silva; BORÉM, Aluizio. Biotecnologia: novo paradigma do agronegócio brasileiro. **Revista de Economia e Agronegócio**, Espírito Santo, v. 11, pág. 117-136, jun. 2013.

HAAS, Lewis. Noções básicas para um Estilo de Vida Vegano e saudável: Como viver sem carnes e laticínios. Phoenix: One Jack Monkey; LLC, 2016.

HABIBA, R. A. Changes in anti-nutrients, protein solubility, digestibility and HCl-extractability of ash and phosphorus in vegetable peas as affected by cooking methods. **Food Chemistry**, Oxford, v. 77, n. 2, p. 187-192, may. 2002.

HUIZEN, J. Associação Nacional de Atenção ao Diabetes – ANAD. 2017. Disponível em: <https://www.anad.org.br/fibra-soluvel-e-insoluvel-qual-e-a-diferenca/>. Acesso em: 25 de jan. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE PESQUISA E ESTATÍSTICA - IBGE. Censo Agropecuário. Tabela 1618. 2019. <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618#resultado>. Acesso em: 15 de dez. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Tabela de Composição Nutricional dos Alimentos Consumidos no Brasil**. Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009. Ministério do Planejamento. Rio de Janeiro. 2011. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv50002.pdf>. Acesso em: 02 de setembro de 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**: estatística da produção agrícola. 2019. Disponível em: [www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistemico-da-producao-agricola.html?=&t=downloads](http://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistemico-da-producao-agricola.html?=&t=downloads). Acesso em: 18 nov. 2020.

IQBAL, A.; KHALIL, N.; ATEEQ, M. S. Nutritional quality of important food legumes. **Food chemistry**, Pakistan, v. 97, n. 2, p. 331-335, 2006.

FRANÇA, F. M. C.; BEZERRA, F. F.; MIRANDA, E. Q.; NETO, J. M. S. **Agronegócio Do Caju No Ceará**: Cenário Atual E Propostas Inovadoras. Fortaleza: Senarce, 2008.

JUKANTI, A. K.; GAURL, P. M.; GOWDA, C. L. L.; CHIBBAR, R. N. Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review. **British Journal of Nutrition**, Índia, v. 108, n. 1, p. 11-26, jan. 2012.

JOSHI, M.; TIMILSENA, Y.; ADHIKARI, B. Global production, processing and utilization of lentils: A review. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 16, n. 12, p. 2898–2913, 2017.

KAUR, K.; GREWA, S. K.; GILL, P. S.; SINGH, S. Comparison of cultivated and wild chickpea genotypes for nutritional quality and antioxidant potential. **Journal of food science and technology**, Índia, v. 56, n. 4, p. 1864-1876, mar. 2019.

KRUEGER, R. A., CASEY, M. A. **Focus Group: A practical Guide for Applied Research**, ed. 3, London: Sage Publications, 2000.

LIMA, A. C.; GARCIA, N. H. P.; LIMA, J. R. Obtenção e caracterização dos principais produtos do caju. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v. 22, n. 1, p. 133-144, 2004.

LIMA, J. R. Caracterização físico-química e sensorial de hambúrguer vegetal elaborado à base de caju. **Ciências e agrotecnologia.**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 191-195, jan./fev., 2008.

LIMA, J. R.; MODESTO, A. L. G.; GARRUTI, D. S.; FIRMINO, D. S.; ARAPUJO, Í. M.; MORAES, I. V. M. Elaboração de Hambúrguer Vegetal de Fibra do caju e Feijão-Caupi. **Comunicado Técnico 203**, Fortaleza, CE, 1º ed. Online, nov. 2013.

LIMA, J. R.; MODESTO, A. L. G.; COSTA A. N.; GARRUTI, D. S.; PINTO, G. A. S.; MAGALHÃES, H. C. R.; ARAÚJO, Í. M. S.; OLIVEIRA, L. M. V.; VASCONCELOS, N. M.; MESQUITA, W. S. **Desidratação da Fibra do caju para Utilização em Produtos Alimentícios**. Embrapa: Fortaleza, CE. 2014.

LIMA, J. R.; GARRUTI, D. S.; MACHADO, T. F.; ARAÚJO, Í. M. S. Hambúrgueres vegetais de fibra do caju e feijão-caupi: formulação, caracterização e estabilidade durante armazenamento congelado. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, CE, v. 49, n. 4, p. 708-714, out./dez. 2018.

LIMA, J. R.; GARRUTI, D. S.; PINTO, G. A. S.; MAGALHÃES, H. C. R.; MACHADO, T. F. Vegetal burgers of cashew fiber and texturized soy protein. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n.3, p. 1-7. 2016.

LIN, M. J. Y.; HUMBERT, E. S.; SOSULSKI, F. W. CERTAIN FUNCTIONAL PROPERTIES OF SUNFLOWER MEAL PRODUCTS. **Journal of Food Science**, v. 39, n. 2, p. 368-370, 1974.

MADRUGA, F. B.; SARAIVA, C. R. C.; BERLE, H.; PASA, M. da S.; TUNES, L. V. M.; ALMEIDA, A. S. Sementes de pulses: situação atual e perspectivas. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, pág. 1-10, set. 2021.

MASCARAQUE, Maria. Trends to Watch in *Plant-Based Milk*. December 17, 2021. Disponível em: <https://www.euromonitor.com/article/trends-to-watch-in-plant-based-milk>. Acesso em: 13 de dez. 2021.

MATTOS, A. L. A.; ROSSETI, A. G.; MONTENEGRO, A. A. T.; LIMA, A. A. C.; LIMA, A. C.; MESQUITA, A. L. M.; AQUINO, A. R. L.; JUNIOR, A. T. C.; MOURA, C. F. H.; PIMENTEL, C. R. M.; GARRUTI, D. S.; MELO, D. S.; CORREIA, D.; SILVA, E. O.; SILVA, E. O.; BLEICHER, E.; MIRANDA, F. R.; ABREU, F. A. P.; FREIRE, F. C. O.; NETO, F. C. V.; PAIVA, F. F. A.; VIANA, F. M. P.; OLIVEIRA, F. N. S.; SOUZA, F. X.; FILGUEIRAS, H. A. C.; MORAES, I. V. M.; LIMA, J. R.; FILHO, J. E. P.; CRISÓSTOMO, J. R.; PAIVA, J. R.; CABRAL, J. E. O.; CARDOSO, J. E.; MOSCA, J. L.; MENEZES, J. B.; BARROS, L. M.; CRISÓSTOMO, L. A.; LEITE, L. A. S.; SERRANO, L. A. L.; BARROS, M. E. S.; CORRÊA, M. P. F.; BASTOS, M. S. R.; MARTINS, M. V. V.; FILHO, M. S. M. S.; LOPES, M. M. A.; DIAS-PINI, N. S.; FROTA, P. C. E.; PESSOA, P. F. A. P.; MELO, Q. M. S.; SOBRINHO, R. B.; NETO, R. M. S.; NASSU, R. T.; ALVES, R. E.; MACHADO, T.

F.; PAIVA, W. O. **Caju: O Produtor Pergunta, a Embrapa responde**. 2ª edição. Brasília: Embrapa, 2015.

MEILGAARD, M. C., CIVILLE, G. V., CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**. 5 ed. p.600, 2015.

MERCADO de *plant-based*. **Estadão**: Canal Agro. 30 de jul. 2021. Disponível em: <https://summitagro.estadao.com.br/noticias-do-campo/o-que-sao-alimentos-plant-based-e-como-esta-o-mercado/>. Acesso em: 06 de dez. 2021.

NAGAGATA, B. A.; CARVALHO, C. F.; SANTOS, L. P.; SANTANA, I.; FREITAS, S. M. L., GUIMARÃES, R. R. Development of vegan burgers: a study with consumers and market research. **Research Society and Development**, v. 9, n. 7, p. 1-19. 2020.

MILANI, T. M. G. **Adição pré-extrusão de tiamina como precursor de odor e sabor de carne em proteína texturizada de soja: do desenvolvimento à aplicação**. Tese (Engenharia e Ciência de Alimentos) - Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto, SP, 2018.

NASCIMENTO, W. M. **Hortaliças Embrapa**. Embrapa, Brasília, DF. 2016.

NETO, P. M. **Investigação dos critérios de escolha para alimentos *plant-based***. 2019. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia de alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2019.

NEWELL, G. J.; MacFARLANE, J. D. Expanded tables for multiple comparison procedures in the analysis of ranked data. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 52, n. 6, p. 1721-1725, 1987. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.1987.tb05913.x>. Acesso em: 20 nov. 2021.

NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO - NEPA -. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO. 4ª ed. Campinas: UNICAMP, 2011.

OIKONOMOPOULOU, V. P.; KROKIDA, M. K.; KARATHANOS, V. T. The influence of freeze drying conditions on microstructural changes of food products. **Procedia Food Science**, v. 1, p. 647-654, 2011.

OLIVEIRA, V. H. **Cultivo do Cajueiro-Anão Precoce**. Sistemas de Produção (Online). Embrapa, Fortaleza, dez. 2008. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/421404/1/Sp012aed.pdf>. Acesso em: 5 de novembro de 2021.

OLIVEIRA, Cláudia Diana. Ouro Verde das Leguminosas: Ervilha-torta e as interfaces entre agroecologia e gastronomia. *Agroecologia* (Dissertação). Programa de Pós-Graduação em Agroecologia. Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá. 2020.

PAIVA, F. F. A. **Processamento do Pedúnculo de Caju: Suco de Caju Clarificado**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2010.

PAIVA, F. F. A.; GARRUTTI, D. S.; NETO, R. M. S. **Aproveitamento Industrial do caju**. Fortaleza: Embrapa-CNPAT/SEBRAE/CE, 2000.

PERROTA, A. P. Vegetarianismo ético e posições carnívoras: questões além do sabor e dos nutrientes. **Estudos Sociedade e Agricultura**, v. 25, n. 2, p. 327-352, mai. 2017. Disponível em: [https://revistaesa.com/ojs/index.php/esa/article/view/esa25-2\\_06\\_vegetarianismo/esa25-2\\_06\\_pdf](https://revistaesa.com/ojs/index.php/esa/article/view/esa25-2_06_vegetarianismo/esa25-2_06_pdf). Acesso em: 12 de julho de 2021.

PINHO, L. X. **Aproveitamento do resíduo do pedúnculo de caju (*Anacardium occidentale* L.) para alimentação humana**. 2009. Dissertação (Mestrado em tecnologia de alimentos) – Departamento de tecnologia de alimentos, Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2009.

PINHO, L. X.; AFONSO, M. R. A.; CARIOCA, J. O. B., COSTA, J. M. C.; RAMOS, A. M. The use of cashew apple residue as source of fiber in low fat hamburgers. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 31, n.4, p. 941-945, out.-dez. 2011.

PINTO, A.; GUERRA, M. M. M.; CARBAS, B., PATHANIA, S.. Challenges and opportunities for food processing to promote consumption of pulses. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 39, n 4, p. 571-582, 2016.

PIRES, T. P. R. S., ALMEIDA, L. S.; PEREIRA, E. S.; CARMO, I. C. L. Parâmetros físico-químicos do fermentado de caju (*Anacardium occidentale* L.) Produzido na fazenda cajucoco. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, XXV, Gramado. **Anais...** Gramado, v. 5, n. 25, p.51-56, out., 2016.

PRAYSON, B.; McMAHON, J. T.; PRAYSON, R. A. Fast food hamburgers: what are we really eating? **Annals of Diagnostic Pathology**, v. 12, n. 6, p. 406-409, 2008.

REIS, C. R.; MINIM, V. P. R. Mapa de Preferência. In: MINIM, V. P. R (Ed). Análise sensorial: estudos com consumidores. Viçosa: Editora UFV. Cap. 5, p. 111-126. 2006.

ROSA, M. Y. O.; LOBATO, F. H. S. Cashew burger: elaboração e análise sensorial de hambúrguer à base de caju (*Anacardium occidentale* L). **Research Society and Development**, Pará, v. 9, n.8, p. 1-19, june/july 2020.

SALATA, A. C.; GODOY, A. R.; KANO, C.; HIGUTI, A. R. O.; CARDOSO, A. I. I.; EVANGELISTA, R. M. Produção e qualidade de frutos de ervilha torta submetidas a diferentes níveis de adubação potássica. **Nucleus**, v. 8, n. 2, p. 127-135, 2011.

SERRANO, L. A. L. O Cajueiro e suas características. 2013. Disponível em: <http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=28425&secao=Artigos%20Especiais>. Acesso em: 09 de set. 2021.

SILVA, S. C. G.; PINHO, J. P.; BORGES, C.; SANTOS, C. T.; SANTOS, A.; GRAÇA, P. **Linhas de orientação para uma alimentação vegetariana saudável**. Programa Nacional para a Promoção da Alimentação Saudável jul. 2015. Disponível em: <https://nutrimento.pt/activeapp/wp-content/uploads/2015/07/Linhas-de-Orienta%C3%A7%C3%A3o-para-uma-Alimenta%C3%A7%C3%A3o-Vegetariana-Saud%C3%A1vel.pdf>. Acesso em: 15 de julho, 2021.

SILVA, N.; THAVARAJAH, P.; THAVARAJAH, D. The impact of processing and cooking on prebiotic carbohydrates in lentil. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 70, p. 72–77, 2018.

SLYWITCH, E. **Nutrição vegetariana. Sociedade Brasileira Vegetariana**. 2018. Disponível em: [https://nutritotal.com.br/pro/wp-content/uploads/sites/3/2019/11/Material-2-alimentacao\\_vegetariana\\_2018.pdf](https://nutritotal.com.br/pro/wp-content/uploads/sites/3/2019/11/Material-2-alimentacao_vegetariana_2018.pdf). Acesso em: 15 de julho de 2021.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO. **O benefício do consumo da proteína isolada de soja nas diferentes fases da vida**. 2016. Disponível em: <http://www.sban.org.br/documentos-tecnicos-interno.aspx?post=1f>. Acesso em: 09 de novembro de 2021.

SOCIEDADE BRASILEIRA VEGETARIANA - SVB. Departamento de Medicina e Nutrição. Guia Alimentar de dieta vegetarianas para adultos. São Paulo. 2012. Disponível em: <https://www.svb.org.br/livros/guia-alimentar.pdf>. Acesso em: 15 de julho de 2021.

SOSULSKI, F. W. The centrifuge method for determining flour absorption in hard red spring wheats. **Cereal Chemistry**, v. 39, p. 344-350, 1962. **Cereal Chemistry**, v. 39, p. 344-350, 1962.

THE GOOD FOOD INSTITUTE – GFI; SNAPCART. Pesquisa de consumidor: Mercado de proteínas alternativas no Brasil. 2018. Disponível em: [https://gfi.org.br/wp-content/uploads/2018/10/GFI\\_prote%C3%ADnas\\_vegetais.pdf](https://gfi.org.br/wp-content/uploads/2018/10/GFI_prote%C3%ADnas_vegetais.pdf). Acesso em: 01 de setembro de 2021.

THE GOOD FOOD INSTITUTE - GFI. O consumidor brasileiro e o mercado plant-based. 2019. Disponível em: <https://gfi.org.br/wp-content/uploads/2021/02/O-consumidor-brasileiro-e-o-mercado-plant-based.pdf>. Acesso em: 01 de setembro de 2021.

THE GOOD FOOD INSTITUTE – GFI. Indústrias de proteínas alternativas. 2020. Disponível em: [https://gfi.org.br/wp-content/uploads/2020/06/GFI\\_2020\\_IndProtAlternativas.pdf](https://gfi.org.br/wp-content/uploads/2020/06/GFI_2020_IndProtAlternativas.pdf). Acesso em: 01 de setembro de 2021.

TORRES, Andreia. A dieta vegetariana. 2015. Disponível em: <https://static1.squarespace.com/static/54884604e4b08e455df8d6ff/t/582cd1540359>. Acesso em: 14 de dez. 2021.

TOSH, S. M.; YADA, S. Dietary fibres in pulse seeds and fractions: characterization, functional attributes, and applications. **Food Research International**, Canadá, v. 43, n. 2, p. 450–460, 2000.

UCHOA, A. M. A.; COSTA, J. M. C.; MAIA, G. A.; SILVA, E. M. C.; CARVALHO, A. F. F. U.; MEIRA, T. R. Parâmetros físico-químicos, teor de fibra bruta e alimentar de pós alimentícios obtidos de resíduos de frutas tropicais. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v. 15, n. 2, p. 58-65, 2008.

VELASQUEZ, M. T., & BHATHENA, S. J. Role of dietary soy protein in obesity. **International Journal of Medical Sciences**, v. 4, n. 2, p. 72-82, feb. 2007.

WILLETT, W.; ROCKSTROM, J.; LOKEN, B.; SPRINGMANN, M.; LANG, T.; VERMEULEN, S.; GARNETT, T.; TILMAN, D.; DeCLERCK, F.; WOOD, A.; JONELL, M.; CLARK, M., GORDON, L. J.; FANZO, J.; HAWKES, C.; ZURAYK, R.; RIVERA, J. A.; VRIES, W.; SIBANDA, L. M.; AFSHIN, A.; CHAUDHARY, A.; HERRERO, M.; AGUSTINA, R.; BRANCA, F.; LARTEY, A.; FAN, S.; CRONA, B.; FOX, E.; BIGNET, V.; TROELL, M.; LINDAHL, T.; SINGH, S.; CORNELL, S.; REDDY, S.; NARAIN, S.; NISHTAR, S.; MURRAY, C. J. L. Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. **The Lancet**, EUA, v. 393, p. 447–492, feb. 2019.

VELP SCIENTIFICA. Operating Manual NDA Series Dumas Nitrogen Analyzer. Italy, 2019.

ZIA-UL-HAQ, S. A.; ASLAM, S. M.; IQBAL, M.; QAYUM, A.; AHMAD, D. L. Compositional studies of lentil (*Lens culinaris medic*) cultivars commonly grown in Pakistan. **Pakistan Journal of Botany**, Pakistan, v. 43, n. 3, p. 1563-1567, feb. 2011.

**ANEXOS**

## ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA GRUPO FOCAL



### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O propósito desta pesquisa é avaliar a aceitação sensorial da fibra do pedúnculo do caju. Você está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a) em uma atividade do projeto de pesquisa em DESENVOLVIMENTO, de responsabilidade dos pesquisadores Paulo Henrique Machado de Sousa, Ana Paula Dionísio, Deborah dos Santos Garruti e Ídila Araújo, com colaboração dos alunos Jéssica Bezerra Maciel e Yago de Oliveira Silva. E-mail de contato: jsmaciel9@gmail.com.

Você não será remunerado(a) por esta atividade, porém contribuirá para o desenvolvimento de novos produtos. Sua participação não é obrigatória, e, a qualquer momento, você pode retirar seu consentimento ou interromper sua participação. Dessa forma, declare seu consentimento em participar da pesquisa.

Agradecemos a sua colaboração.

Eu \_\_\_\_\_ fui informado(a) sobre a pesquisa em questão de maneira clara e objetiva. Também compreendo que poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar a qualquer momento.

\_\_\_\_\_  
Ana Paula Dionísio (Pesquisador)  
Embrapa Agroindústria Tropical - (85) 3391-7327

Fortaleza/CE, \_\_\_\_ de \_\_\_\_ de 2021

\_\_\_\_\_  
Participante

**ANEXO B – FORMULÁRIO DE CARACTERIZAÇÃO DOS INTEGRANTES DO GRUPO FOCAL E LEVANTAMENTO DE CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS DA FIBRA DO CAJU LIOFILIZADA**

**1 – NOME:** \_\_\_\_\_

**2 – EMAIL:** \_\_\_\_\_

**3 – DATA DA DEGUSTAÇÃO DA AMOSTRA:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**4 – SEXO:**

FEMININO

MASCULINO

NÃO BINÁRIO

PREFERE NÃO INFORMAR

OUTRO

**5 – IDADE:**

18-25 anos

26-35 anos

36-50 anos

51-65 anos

>65 anos

**6 – Consentimento livre e esclarecido: Eu fui informado(a) sobre a pesquisa em questão de maneira clara e objetiva. Também compreendo que poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar a qualquer momento.**

Declaro que concordo em participar voluntariamente desta pesquisa.

**7 – Por favor, PROVE a amostra e indique o quanto você gostou ou desgostou da APARÊNCIA, SABOR, TEXTURA, ACEITAÇÃO GLOBAL, UTILIZANDO A ESCALA ABAIXO**

	Aparência	Sabor	Textura	Aroma	Aceitação Global
Gostei MUITÍSSIMO	<input type="checkbox"/>				
Gostei Muito	<input type="checkbox"/>				
Gostei	<input type="checkbox"/>				
Gostei pouco	<input type="checkbox"/>				
Não gostei/ nem desgostei	<input type="checkbox"/>				
Desgostei pouco	<input type="checkbox"/>				
Desgostei	<input type="checkbox"/>				
Desgostei muito	<input type="checkbox"/>				
Desgostei muitíssimo	<input type="checkbox"/>				

**8 – TERMOS DESCRITORES**

Abaixo estão listados vários termos. marque TODOS que CARACTERIZAM a amostra. e somente nos termos que marcou, insira o grau de intensidade, variando de POUCO (1) a MUITO (5)

**8.1 – Termos (APARÊNCIA) deixar em branco os termos que NÃO SE APLICAM.**

	1 Pouco/fraco	2	3	4	5 Muito/forte
Cor amarelo claro	<input type="checkbox"/>				
Cor amarelo escuro	<input type="checkbox"/>				
Fibras grandes	<input type="checkbox"/>				
Fibras pequenas	<input type="checkbox"/>				
Fibras uniformes	<input type="checkbox"/>				
Fibras desuniformes	<input type="checkbox"/>				



## ANEXO C – QUESTIONÁRIO PARA CARACTERIZAÇÃO DOS PROVADORES DE ANÁLISE SENSORIAL



ANÁLISE SENSORIAL DE HAMBÚRGUER DE CAJU ENRIQUECIDO COM PROTEÍNA VEGETAL

PROV \_\_\_\_\_

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

SEXO: ( ) Fem ( ) Masc IDADE: ( ) < 25 ( ) 25-35 ( ) 36-45 ( ) 46-55 ( ) >55 anos

**Você é vegetariano ou vegano?**

( ) não ( ) sim: ( ) vegetariano ( ) vegano

**Você consome hambúrguer vegetal?**

( ) sim ( ) não

**Se sim, com que frequência você consome hambúrguer vegetal?**

( ) 2 a 3 vezes por semana ( ) 1 vez por semana ( ) Quinzenalmente ( ) Eventualmente

**Em que momento você consome hambúrguer vegetal ?**

( ) Lanche ( ) Refeição ( ) Dieta

**Porque você consome hambúrguer vegetal?**

( ) hábito ( ) preferência ( ) é saudável ( ) consciência ecológica ( ) respeito à vida dos animais

( ) outros: \_\_\_\_\_

**Você já comeu produtos formulados com fibra de caju?**

( ) sim ( ) não

**O quanto você gostou dos produtos de fibra de caju que você já provou?**

( ) gostei muito ( ) gostei um pouco ( ) nem gostei, nem desgostei ( ) desgostei um pouco ( ) desgostei muito

**A SEGUIR, VOCÊ ESTÁ SENDO CONVIDADO A REALIZAR A AVALIAÇÃO SENSORIAL DE AMOSTRAS DE HAMBÚRGUER VEGETAL DE FIBRA DE CAJU ENRIQUECIDO COM OUTROS VEGETAIS COMO FONTE PROTEICA. AGRADECEMOS SUA PARTICIPAÇÃO!**

## ANEXO D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA O PROVADOR DE SENSORIAL



### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O Sr.(a) está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a) em uma atividade do projeto de pesquisa “CAJU COMO MATÉRIA-PRIMA PARA PRODUTOS PLANT-BASED”, sob a coordenação da pesquisadora Dra. Ana Paula Dionisio e Dra. Deborah dos Santos Garruti.

O propósito desta pesquisa é definir diferentes produtos plant-based elaborados com a fibra do pedúnculo de caju e ervilha/grão de bico/lentilha como fonte de proteína. Para definição das formulações, 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 para o desenvolvimento de produtos plant-based. 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 a instituição. 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 da pesquisa e pelos pesquisadores desse projeto.

O consumo deste produto não oferece riscos à saúde, contudo se ocorrer algum desconforto durante ou até 12 h após a análise você será encaminhado ao serviço público de saúde.

Após ter sido esclarecido(a) 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 e endereço do pesquisador principal, podendo tirar dúvidas do projeto e de sua participação.

\_\_\_\_\_  
Ana Paula Dionisio (Pesquisador)

Embrapa Agroindústria Tropical - (85) 3391-7327

Eu, \_\_\_\_\_, declaro que li as informações contidas nesse documento, fui devidamente informado (a) pela pesquisadora Ana Paula Dionisio 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. Desse modo, concordo em participar, como voluntário, do projeto de pesquisa acima descrito.

Fortaleza/CE, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_,

\_\_\_\_\_  
Participante

\_\_\_\_\_  
Idila Maria da Silva Araújo  
(Responsável pelo teste)

## ANEXO E – PARECER Nº 3.117.036 DO COMITÊ NACIONAL DE ÉTICA EM PESQUISA – CONEP

COMISSÃO NACIONAL DE  
ÉTICA EM PESQUISA



### PARECER CONSUBSTANCIADO DA CONEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Análise sensorial na pesquisa e no desenvolvimento de produtos e processos de interesse da agroindústria tropical.

**Pesquisador:** DEBORAH DOS SANTOS GARRUTI

**Área Temática:** A critério do CEP

**Versão:** 5

**CAAE:** 89955517.7.0000.8109

**Instituição Proponente:** EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA

**Patrocinador Principal:** EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.117.036

#### Apresentação do Projeto:

As informações elencadas nos campos "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas do arquivo Informações Básicas da Pesquisa (PB\_INFORMAÇÕES\_BÁSICAS\_DO\_PROJETO\_938825.pdf, de 21/08/2018) e/ou do Projeto Detalhado (CEP\_Analise\_Sensorial\_Embrapa.docx, de 03/07/2017).

#### INTRODUÇÃO

A Análise Sensorial é definida como a disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e materiais como são percebidos pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição (ABNT, 1993). É uma medida integrada e multidimensional com três vantagens importantes: identifica a presença de diferenças perceptíveis, identifica e quantifica as características sensoriais importantes de forma rápida, e identifica problemas particulares que não podem ser detectados por outros procedimentos analíticos (NAKAYAMA e WESSMAN, 1979). Dados históricos remetem que essa ciência foi aplicada pela primeira vez na Europa, como forma de controlar a qualidade de cervejarias e destilares (MONTEIRO, 1984; CHAVES, 1998). Noutro momento, nos Estados Unidos, durante a Segunda Guerra Mundial, surgiu a necessidade de produzir alimentos de qualidade e que não fossem rejeitados pelos soldados do exército. Com essa necessidade surgiu então os métodos de aplicação da degustação sensorial, determinando a análise sensorial com base científica. Segundo

**Endereço:** SRNTV 701, Via W 5 Norte - Edifício PO 700, 3º andar  
**Bairro:** Asa Norte **CEP:** 70.719-049  
**UF:** DF **Município:** BRASÍLIA  
**Telefone:** (61)3315-5877 **E-mail:** conep@saude.gov.br

## ANEXO F – FICHA DE ANÁLISE SENSORIAL PARA A ESCOLHA DA FORMULAÇÃO A SER TRABALHADA



ANÁLISE SENSORIAL DE HAMBÚRGUER DE CAJU ENRIQUECIDO COM PROTEÍNA VEGETAL

PROV \_\_\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

- 1) Você está recebendo 03 amostras de hambúrguer de caju enriquecido com uma proteína vegetal. Por favor, prove as amostras na ordem que está sendo solicitado e utilizando a Escala Hedônica, avalie os atributos a seguir, indicando um número (entre 1 a 9) que exprime o quanto gostou ou desgostou deste.

ENTRE A PROVA DE UM HAMBÚRGUER E OUTRO, COMA UM PEDAÇO DE PÃO E BEBA UM POUCO DE ÁGUA.

ESCALA HEDÔNICA	<table style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>Desgostei multíssimo</td><td>Desgostei muito</td><td>Desgostei</td><td>Desgostei pouco</td><td>Nem gostei nem desgostei</td><td>Gostei pouco</td><td>Gostei</td><td>Gostei muito</td><td>Gostei multíssimo</td> </tr> </table>									1	2	3	4	5	6	7	8	9										Desgostei multíssimo	Desgostei muito	Desgostei	Desgostei pouco	Nem gostei nem desgostei	Gostei pouco	Gostei	Gostei muito	Gostei multíssimo
1	2	3	4	5	6	7	8	9																												
Desgostei multíssimo	Desgostei muito	Desgostei	Desgostei pouco	Nem gostei nem desgostei	Gostei pouco	Gostei	Gostei muito	Gostei multíssimo																												
AMOSTRA 1: _____	AMOSTRA 2: _____	AMOSTRA 3: _____																																		
Aceitação do Sabor: _____	Aceitação do Sabor: _____	Aceitação do Sabor: _____																																		
Aceitação da Textura: _____	Aceitação da Textura: _____	Aceitação da Textura: _____																																		
Comentários: _____ _____ _____	Comentários: _____ _____ _____	Comentários: _____ _____ _____																																		

Muito obrigado pela sua contribuição. Esperamos contar com você no próximo teste sensorial!

## ANEXO G – FICHA DE ANÁLISE SENSORIAL DA APARÊNCIA DOS HAMBÚRGUERES



### ANÁLISE SENSORIAL DA APARÊNCIA DE HAMBÚRGUER VEGETAL

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Prov \_\_\_\_\_

1) Você vai avaliar 05 amostras de hambúrguer vegetal. Por favor, avalie a APARÊNCIA das amostras na ordem em que está sendo solicitada e, utilizando a Escala Hedônica, indique o quanto você gostou ou desgostou. Utilizando a Escala de intenção de compra, indique sua atitude de compra, caso encontrasse-as disponíveis no mercado.

<b>ESCALA HEDÔNICA</b>	<p>1 2 3 4 5 6 7 8 9</p> Desgostei muitíssimo Desgostei muito Desgostei pouco Nem gostei nem desgostei Gostei pouco Gostei Gostei muito Gostei muitíssimo
<b>INTENÇÃO DE COMPRA</b>	<p>1 2 3 4 5</p> Certamente não Compraria Provavelmente não Compraria Talvez Comprasse, Talvez não Comprasse Provavelmente Compraria Certamente Compraria

| AMOSTRA _____                  |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Aparência: _____               |
| I. Compra: _____               |
| Comentários:<br>_____<br>_____ | Comentários:<br>_____<br>_____ | Comentários:<br>_____<br>_____ | Comentários:<br>_____<br>_____ | Comentários:<br>_____<br>_____ |

**AGORA DIRIJA-SE À CABINE PARA DEGUSTAR AS AMOSTRAS.**

## ANEXO H – FICHA DE ANÁLISE SENSORIAL DA DEGUSTAÇÃO



Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Prov \_\_\_\_\_

1) Você está recebendo 05 amostras de hambúrgueres vegetal codificadas. Por favor, prove-as da esquerda para a direita e utilizando a Escala Hedônica indique o quanto você gostou ou desgostou do produto de uma maneira geral (ACEITAÇÃO GLOBAL: pensando também no atributo aparência que você avaliou anteriormente) e quanto apreciou os atributos SABOR e à TEXTURA. Posteriormente, utilizando a Escala de Intenção de Compra, indique sua atitude caso você encontre esses produtos à venda no mercado. COMA UM PEDAÇO DE PÃO E BEBA UM POUCO DE ÁGUA ENTRE CADA AMOSTRA.

ESCALA HEDÔNICA	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Desgostei multíssimo	Desgostei muito	Desgostei pouco	Desgostei pouco	Nem gostei nem desgostei	Gostei pouco	Gostei	Gostei muito	Gostei multíssimo
INTENÇÃO DE COMPRA	1	2	3	4	5				
	Certamente não Compraria	Provavelmente não Compraria	Talvez Comprasse, Talvez não Comprasse	Provavelmente Compraria	Certamente Compraria				

AMOSTRA _____	AMOSTRA _____	AMOSTRA _____
Aceitação Global: _____	Aceitação Global: _____	Aceitação Global: _____
Aceitação Sabor: _____	Aceitação Sabor: _____	Aceitação Sabor: _____
Aceitação Textura: _____	Aceitação Textura: _____	Aceitação Textura: _____
Intenção de Compra: _____	Intenção de Compra: _____	Intenção de Compra: _____
Comentários: _____ _____	Comentários: _____ _____	Comentários: _____ _____
AMOSTRA _____	AMOSTRA _____	
Aceitação Global: _____	Aceitação Global: _____	
Aceitação Sabor: _____	Aceitação Sabor: _____	
Aceitação Textura: _____	Aceitação Textura: _____	
Intenção de Compra: _____	Intenção de Compra: _____	
Comentários: _____ _____	Comentários: _____ _____	

2) Agora, por favor ORDENE as amostras em ordem decrescente, MAIS PREFERIDA para a MENOS PREFERIDA (Escrever os códigos nos espaços).

\_\_\_\_\_  
Mais preferida

\_\_\_\_\_  
Menos Preferida

MUITO OBRIGADO PELA SUA CONTRIBUIÇÃO. ESPERAMOS CONTAR COM VOCÊ EM UM PRÓXIMO TESTE SENSORIAL!