



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

JOSÉ DANRLEY MOREIRA

DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO TIPO BARRA COM ALTO CONTEÚDO
PROTEICO A BASE DE TORTA PARCIALMENTE DESENGORDURADA DA
AMÊNDOA DE CASTANHA DE CAJU

FORTALEZA

2024

JOSÉ DANRLEY MOREIRA

DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO TIPO BARRA COM ALTO CONTEÚDO
PROTEICO A BASE DE TORTA PARCIALMENTE DESENGORDURADA DA
AMÊNDOA DE CASTANHA DE CAJU

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

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ana Paula Dionísio.

FORTALEZA

2024

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

M837d Moreira, José Danrley.

Desenvolvimento de produto tipo barra com alto conteúdo proteico a base de torta parcialmente desengordurada da amêndoa de castanha de caju / José Danrley Moreira. – 2024.
114 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, 2024.

Orientação: Profa. Dra. Ana Paula Dionísio.

1. Barra proteica. 2. Anacardium occidentale L. 3. Análise sensorial. I. Título.

CDD 664

JOSÉ DANRLEY MOREIRA

DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO TIPO BARRA COM ALTO CONTEÚDO
PROTEICO A BASE DE TORTA PARCIALMENTE DESENGORDURADA DA
AMÊNDOA DE CASTANHA DE CAJU

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

Aprovado em: 27/08/2024.

BANCA EXAMINADORA

Dr^a. Ana Paula Dionísio (Orientadora)
Embrapa Agroindústria Tropical (EMBRAPA)

Dr^a. Luciana de Siqueira Oliveira
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr^a. Dayse Karine Rodrigues Holanda
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Ao meu avô, Manoel Moreira Filho

(In memoriam)

Ao homem generoso, agricultor corajoso e admirador da cajucultura.

AGRADECIMENTOS

A Deus e aos orixás por sempre me abençoar, proteger, fortalecer e me guiar durante todo esse processo que foi o mestrado e nas jornadas da vida.

Aos meus pais, Sheila Neri e Francisco Moreira por todo amor do mundo, apoio, força, orações, direcionamentos, incentivo, paciência e inspiração.

Aos meus irmãos, Dara Moreira e Darlan Moreira, por serem meus maiores torcedores e apoiadores.

Ao meu companheiro de vida Ranieri Sales por todo amor, incentivo, força, paciência, apoio e por ter sido luz e alicerce em muitos momentos.

A minha sogra Francineide Sales, meus amigos Fátima Sales, Lúcia Sales e Ermilson Sales, por todo carinho, incentivo e sempre serem meu ponto de apoio e segurança afetiva na cidade de Fortaleza.

As minhas amigas de vida Lara Virginia e Alinne Pereira por todo incentivo, apoio, afeto e vivências durante esse período.

A minha orientadora Dr^a. Ana Paula Dionísio, por todo apoio, generosidade, compreensão, paciência, orientação, alegria e positividade transmitida.

A EMBRAPA pelo financiamento da pesquisa e a Embrapa Agroindústria Tropical pela concessão do uso de suas instalações possibilitando a realização desta pesquisa.

A toda família que forma o Laboratório de Processos Agroindústrias que irei lembrar com muito afeto e gratidão. Em especial aos colegas do grupo de pesquisa Jéssica Carmo, Beatriz Lobo, Levi Damasceno, Diogo Rocha, Gilleno Oliveira, Ananda Sarah, Fábria Costa, Alef Pereira e Fátima Gomes. E aos demais colegas Maico Silveira, Ana Cristina, Aida Guilera, Daniele Alves, Dr^a. Ingrid Vieira, Dr. Nédio Wurlitzer, Dr. Calixto Lima, Mariana Ceurim, Kauê Pereira e Clara Thais. MUITÍSSIMO obrigado por terem contribuído de tantas formas para realização dessa pesquisa e por terem tornado o cotidiano mais leve e agradável mesmo nos dias nublados.

Ao analista Me. Arthur Claudio por todo apoio e ótimas ideias que vieram a contribuir para realização dessa pesquisa. A Dr^a. Selene Benevides, a técnica Dr^a. Ídila Araújo, e a todos os bolsistas dos laboratórios, Bárbara, Felipe, Emanuel e Letícia pelo apoio.

A professora Dr^a Luciana de Siqueira e a pesquisadora Dr^a Karine Rodrigues, por participarem da banca examinadora e por todos os valiosos comentários, sugestões, correções e apoio.

Ao programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia em Alimentos da Universidade Federal do Ceará (UFC). Ao Prof^o Dr. Paulo Henrique Machado e Prof^a Dr^a. Larissa Moraes por todo apoio e contribuição. E a todo corpo docente pelo aprendizado proporcionado. Aos colegas da minha turma pelo incentivo, apoio, boas vibrações e pelas angústias compartilhadas e vencidas. Ao apoio dos técnicos-administrativos.

Ao Instituto de Educação Física e Esportes da UFC e a Prof^a Dr^a. Luciana Catunda por todo apoio e assistência. E ao Clube do Vôlei Multisports e a toda organização pelo apoio.

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

À CAPES, pela manutenção da bolsa. Assim como, às agências de fomento FUNCAP e CNPq pelo suporte financeiro.

Gratidão!

Uma hipótese.

A alegria é um catalisador de experiência científica; a tristeza, um inibidor.

A tristeza encolhe; como pode um homem triste descobrir algo?

Só quem é alegre arrisca.

A tristeza é anticientífica.

(Gonçalo M. Tavares).

RESUMO

A torta parcialmente desengordurada (TPD) é um coproduto do processamento da amêndoa de castanha de caju para extração de seu óleo. Apresenta uma elevada concentração de proteínas e, em virtude disso, pode ser utilizada na formulação de novos produtos contribuindo para incremento do seu valor nutricional e das suas propriedades funcionais e tecnológicas. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi desenvolver barras com alto conteúdo proteico a partir da torta parcialmente desengordurada da amêndoa da castanha de caju. As barras foram formuladas com adição de TPD, isolado proteico de ervilha, concentrado de yacon (como fonte de oligossacarídeos prebióticos), glicerina, maltodextrina e manteiga de cacau, e submetidas a análises físico-químicas (composição centesimal) e nutricionais (determinação de minerais, digestibilidade *in vitro* e perfil de aminoácidos). Testes sensoriais (aceitação e teste descritivo CATA e RATA) foram realizados com três públicos distintos: público geral da Embrapa Agroindústria Tropical, alunos e funcionários da Faculdade de Educação Física da UFC - CE e praticantes de atividades físicas de uma academia particular em Fortaleza-CE. As formulações de barra proteica atingiram o teor significativo de proteínas na sua composição, podendo receber alegação de alto conteúdo de proteínas segundo a legislação vigente, uma vez que apresentaram valores superiores ao mínimo estabelecido (mín. 20% proteínas). Com relação a aceitação sensorial das barras proteica, pode-se observar que na primeira análise realizada comparando as diferentes concentrações de yacon (5%, 10% e 15%), todas as formulações demonstraram boas médias de aceitação em todos os atributos, exceto para aroma, que ficou na zona de indecisão média 5 (nem gostei, nem desgostei). Em relação ao primeiro teste CATA e RATA, observou-se que as formulações apresentaram características semelhantes, somente o termo “mole” demonstrou diferença. Com o intuito de melhorar a aceitação de aroma, o segundo e terceiro testes sensoriais realizados foram com barras proteicas elaboradas com 10% de concentrado de yacon, nos sabores natural, baunilha ou café. Todas as formulações foram aceitas sensorialmente, sendo que a formulação com sabor baunilha se destacou, apresentando média de pontuação de 7,1, na aceitação global, correspondendo a categoria de “gostei” da escala hedônica de 9 pontos. A formulação sabor café recebeu a menor pontuação (5,8) no atributo sabor, embora tenha alcançado o maior valor (7,0) no atributo aroma. O segundo e terceiro testes CATA apresentaram diferenças significativas entre as formulações na maioria dos termos analisados. A barra de sabor natural com 10% de concentrado de yacon, apresentou um perfil de aminoácidos excelente, com a presença de todos os aminoácidos essenciais em quantidades estabelecida pela legislação, apresentando um perfil de aminoácidos completo. Em

adição, apresentou uma elevada digestibilidade proteica *in vitro*. Quanto à caracterização mineral, a barra proteica pode ser reconhecida como fonte de zinco e magnésio, além de apresentar um alto teor de fósforo e ferro. Por fim, a barra com alto teor proteico elaborado a partir da torta da extração do óleo de amêndoas de castanha de caju, não só contribui para a oferta de um produto *plant-based*, mas também o torna uma fonte de proteínas de alta qualidade.

Palavras-chave: barra proteica; *Anacardium occidentale* L; análise sensorial.

ABSTRACT

Partially defatted cake (TPD) is a by-product of processing cashew kernels to extract their oil. It has a high concentration of proteins and can therefore be used in the formulation of new products, helping to increase their nutritional value and their functional and technological properties. The aim of this study was to develop bars with a high protein content from the partially defatted cashew nut kernel cake. The bars were formulated with the addition of TPD, pea protein isolate, yacon concentrate (as a source of prebiotic oligosaccharides), glycerin, maltodextrin and cocoa butter, and subjected to physicochemical (centesimal composition) and nutritional analyses (determination of minerals, *in vitro* digestibility and amino acid profile). Sensory tests (acceptance and CATA and RATA descriptive tests) were carried out with three different audiences: the general public at Embrapa Agroindústria Tropical, students and staff at the Faculty of Physical Education at UFC - CE and physical activity practitioners at a private gym in Fortaleza-CE. The protein bar formulations achieved a significant protein content in their composition and can be claimed to have a high protein content according to current legislation, since they showed values higher than the minimum established (min. 20% protein). With regard to the sensory acceptance of the protein bars, it can be seen that in the first analysis comparing the different concentrations of yacon (5%, 10% and 15%), all the formulations showed good average acceptance in all attributes, except for aroma, which was in the average indecision zone 5 (neither liked nor disliked). In relation to the first CATA and RATA test, it was observed that the formulations had similar characteristics, with only the term “soft” showing a difference. In order to improve aroma acceptance, the second and third sensory tests were carried out with protein bars made with 10% yacon concentrate, in natural, vanilla or coffee flavors. All the formulations were accepted sensorially, and the vanilla flavored formulation stood out, with an average overall acceptance score of 7.1, corresponding to the “liked” category on the 9-point hedonic scale. The coffee-flavored formulation received the lowest score (5.8) in the taste attribute, although it achieved the highest value (7.0) in the aroma attribute. The second and third CATA tests showed significant differences between the formulations in most of the terms analyzed. The natural flavor bar with 10% yacon concentrate had an excellent amino acid profile, with the presence of all the essential amino acids in the quantities established by the legislation, presenting a complete amino acid profile. It also showed high *in vitro* protein digestibility. In terms of mineral characterization, the protein bar can be recognized as a source of zinc and magnesium, as well as having a high phosphorus and iron content. Finally, the high-protein bar made from the cashew kernel oil extraction cake not

only contributes to the supply of a plant-based product, but also makes it a source of high-quality protein.

Keywords: protein bar; *Anacardium occidentale* L; sensorial analysis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Amêndoas de castanha de caju qualidade 1.....	33
Figura 2 -	Raízes de yacon (<i>Smallanthus sonchifolius</i>), matéria-prima para produção do concentrado de yacon.....	34
Figura 3 -	Concentrado de yacon como fonte de oligossacarídeos prebióticos.....	34
Figura 4 -	Fluxograma da obtenção da torta parcialmente desengordurada de amêndoa de castanha de caju.....	35
Figura 5 -	Processamento da torta parcialmente desengordurada de amêndoa de castanha de caju.....	36
Figura 6 -	Torta parcialmente desengordurada (TPD) de amêndoa de castanha de caju, matéria-prima a ser utilizada para elaboração das barras proteicas.....	36
Figura 7 -	Processo de obtenção das barras proteicas.....	37
Figura 8 -	Formulações de barras proteicas com diferentes quantidades de concentrado de yacon e glicerina.....	40
Figura 9 -	Formulações de barras proteicas com variações de sabor.....	41
Figura 10 -	Análise sensorial realizada no Instituto de Educação Física e Esportes da Universidade Federal do Ceará.....	47
Figura 11 -	Análise sensorial realizada no Laboratório de Análise Sensorial da Embrapa Agroindústria Tropical.....	48
Figura 12 -	Análise sensorial realizada em uma academia particular de Fortaleza -CE	48
Figura 13 -	Intenção de compra das barras proteicas com diferentes quantidades de concentrado de yacon e glicerina.....	60
Figura 14 -	Análise de componentes principais a partir dos descritores sensoriais obtidos no teste I Check-All-That-Apply.....	63
Figura 15 -	Gráfico radar obtido a partir das médias atribuídas aos termos descritivos no teste Rate-All-That-Apply (RATA).....	65
Figura 16 -	Análise de componentes principais a partir do teste Rate-All-That-Apply...	66
Figura 17 -	Aceitação do atributo sabor categorizado por frequência de pontos por faixa-etária da barra proteica sabor café.....	69
Figura 18 -	Intenção de compra das formulações de barra proteica sabor natural, café e baunilha.....	70
Figura 19 -	Análise de componentes principais a partir dos descritores sensoriais	

	obtidos no teste II Check-All-That-Apply.....	74
Figura 20 -	Intenção de compra da barra proteica.....	78
Figura 21 -	Análise de coordenadas principais a partir dos descritores sensoriais obtidos no teste III Check-All-That-Apply.....	82

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Perfil de aminoácidos para declaração de alegações nutricionais de proteína.....	28
Tabela 2 -	Formulações de barras proteicas: testes preliminares.....	39
Tabela 3 -	Formulações das barras proteicas com diferentes quantidades de concentrado de yacon e glicerina.....	40
Tabela 4 -	Formulações de barras proteicas sabor natural, baunilha e café.....	41
Tabela 5 -	Composição centesimal da torta parcialmente desengordurada de amêndoa de castanha de caju por extração aquosa.....	50
Tabela 6 -	Caracterização do concentrado de yacon.....	53
Tabela 7 -	Caracterização físico-química das formulações das barras proteicas com diferentes quantidades de concentrado de yacon e glicerina.....	55
Tabela 8 -	Perfil dos provadores que participaram da análise sensorial das barras proteicas com diferentes quantidades de concentrado de yacon e glicerina..	57
Tabela 9 -	Aceitação dos atributos sensoriais das barras proteicas com diferentes quantidades de concentrado de yacon e glicerina.....	58
Tabela 10 -	Frequência de atribuição dos descritores do I Check-All-That-Apply (CATA) utilizando o teste Cochran Q para comparação entre as formulações de barra proteica de TPD de amêndoa de castanha de caju.....	62
Tabela 11 -	Média das intensidades dos termos da análise de Rate-All-That-Apply (RATA).....	64
Tabela 12 -	Perfil dos provadores que participaram da análise sensorial das formulações de barra proteica sabor natural, café e baunilha.....	67
Tabela 13 -	Aceitação dos atributos sensoriais das formulações de barra proteica sabor natural, café e baunilha.....	68
Tabela 14 -	Frequência de atribuição dos descritores do II Check-All-That-Apply (CATA) utilizando o teste Cochran Q para comparação entre as formulações de barra proteica de TPD de amêndoa de castanha de caju.....	72
Tabela 15 -	Perfil dos provadores das formulações de barra proteica sabor natural, café e baunilha em uma academia particular de Fortaleza - CE.....	75
Tabela 16 -	Aceitação dos atributos sensoriais das formulações de barra proteica sabor natural, café e baunilha em uma academia particular de Fortaleza - CE.....	76

Tabela 17 - Frequência do III check-all-that-apply (CATA) utilizando o teste Cochran Q para comparação entre formulações de barra proteica de TPD de amêndoa de castanha de caju.....	79
Tabela 18 - Resultados do perfil mineral da barra proteica natural.....	83
Tabela 19 - Comparação de aminoácidos essenciais com requisito para alegação nutricional da barra proteica natural.....	86

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	20
2	OBJETIVOS	23
2.1	Objetivo geral	23
2.2	Objetivos específicos	23
3	REFERENCIAL TEÓRICO	24
3.1	Proteínas alternativas	24
3.2	Legislação: barra fonte de proteína	26
3.3	Amêndoa da Castanha de Caju	28
3.4	Concentrado de yacon	32
4	METODOLOGIA	33
4.1	Matéria-prima	33
4.2	Obtenção do concentrado de yacon	34
4.3	Obtenção da Torta Parcialmente Desengordurada (TPD) de amêndoa de castanha de caju	35
4.4	Desenvolvimento da barra proteica	37
4.4.1	<i>Processo de obtenção da barra proteica</i>	37
4.4.2	<i>Formulação da barra proteica: testes preliminares</i>	38
4.4.3	<i>Formulações de barra proteicas: definição da quantidade de concentrado de yacon e glicerina</i>	39
4.4.4	<i>Formulações de barra proteicas sabor natural, baunilha e café</i>	41
4.5	Caracterização química e nutricional	42
4.6	Análises composição centesimal e nutricional	42
4.6.1	<i>Umidade</i>	42
4.6.2	<i>Cinzas</i>	42
4.6.3	<i>Lípideos</i>	42
4.6.4	<i>Proteína</i>	43
4.6.5	<i>Carboidratos</i>	43
4.6.6	<i>Análise de atividade de água, pH e Sólidos solúveis</i>	43
4.6.7	<i>Frutooligossacarídeos (FOS) totais e açúcares</i>	44
4.6.8	<i>Análise minerais</i>	44
4.6.9	<i>Perfil de aminoácidos</i>	45

4.6.10	<i>Digestibilidade proteica in vitro</i>	45
4.6.11	<i>Análises microbiológicas</i>	46
4.7	Análise sensorial das barras proteicas	46
4.7.1	<i>Teste de aceitação e intenção de compra</i>	49
4.7.2	<i>Testes descritivos Check-All-That-Apply e Rate-All-That-Apply</i>	49
4.7.3	<i>Análise Estatística</i>	49
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
5.1	Torta Parcialmente Desengordurada (TPD)	50
5.1.1	<i>Caracterização do concentrado de yacon</i>	52
5.2	Desenvolvimento de barra proteica com diferentes quantidades de concentrado de yacon e glicerina	54
5.2.1	<i>Caracterização centesimal das formulações</i>	54
5.2.2	<i>Análises microbiológicas das barras proteicas</i>	56
5.3	Análise sensorial das formulações de barra proteica com diferentes quantidades de concentrado de yacon e glicerina	56
5.3.1	<i>Provadores</i>	56
5.3.2	<i>Teste de aceitação e intenção de compra</i>	58
5.3.3	<i>I Check-All-That-Apply (CATA) e Rate-All-That-Apply (RATA)</i>	60
5.4	Análise sensorial das formulações de barras proteicas sabor natural, café e baunilha: público geral da Embrapa Agroindústria Tropical	66
5.4.1	<i>Provadores</i>	66
5.4.2	<i>Teste de aceitação e intenção de compra</i>	68
5.4.3	<i>II Check-All-That-Apply (CATA)</i>	71
5.5	Análise sensorial das formulações de barra proteica com sabor natural, café e baunilha: praticantes de atividades físicas de uma academia particular de Fortaleza-CE	74
5.5.1	<i>Provadores</i>	74
5.5.2	<i>Teste de aceitação e intenção de compra</i>	76
5.5.3	<i>III Check-All-That-Apply (CATA)</i>	79
5.6	Perfil mineral da barra proteica	83
5.7	Perfil de aminoácidos da barra proteica natural	85
5.8	Teste de digestibilidade in vitro da barra proteica natural	88
6	CONCLUSÃO	90

REFERÊNCIAS.....	91
APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (IEFES-UFC).....	106
APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (EMBRAPA).....	107
APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (ACADEMIA).....	108
APÊNDICE D – FICHA ANÁLISE SOCIODEMOGRÁFICA (UFC).....	109
APÊNDICE E – FICHA ANÁLISE SENSORIAL: TESTE DE ACEITAÇÃO, INTENÇÃO DE COMPRA, CATA E RATA (ALUNOS DO IEFS UFC).....	110
APÊNDICE F – FICHA ANÁLISE SOCIODEMOGRÁFICA (EMBRAPA).....	111
APÊNDICE G – FICHA ANÁLISE SENSORIAL: TESTE DE ACEITAÇÃO, INTENÇÃO DE COMPRA E CATA (EMBRAPA).....	112
APÊNDICE H – FICHA ANÁLISE SOCIODEMOGRÁFICA (ACADEMIA).....	114
APÊNDICE I – FICHA ANÁLISE SENSORIAL: TESTE DE ACEITAÇÃO, INTENÇÃO DE COMPRA E CATA (ACADEMIA).....	115
APÊNDICE J – TERMOS DESCRITIVOS TESTE CATA E RATA).....	116

1 INTRODUÇÃO

A projeção de crescimento da população global indica uma demanda superior a 50% de proteína até 2050, em relação a demanda atual. Em decorrência dos hábitos alimentares contemporâneos, principalmente quando aborda o consumo, produção e acesso as proteínas de origem animal, se correlaciona diretamente com prejuízos na saúde humana e no meio ambiente (ASCHEMANN-WITZEL et al., 2020).

A investigação por novas alternativas proteicas, sobretudo aquelas produzidas de forma sustentável, torna-se cada vez mais necessária, com objetivo de atender inovações de mercado. Dentre essas novas fontes que vêm sendo estudadas e desenvolvidas, podem ser citadas as fontes de proteína de insetos, microalgas, e sintetizada por células. Porém, essas proteínas apresentam limitações, sejam elas relacionadas a origem animal (como no caso de proteínas de insetos), ou até mesmo relacionadas a cultivo celular (proteínas celulares). Assim, as proteínas a base de plantas (*plant-based*), incluindo seus coprodutos resultantes do processamento industrial, tem sido as mais utilizadas pelo mercado, pelo volume de produção, custo e aceitação pelos consumidores (HADI; BRIGHTWELL, 2021; LANGYAN et al., 2022; MARIUTTI et al., 2021; ZHANG et al., 2022).

Neste contexto, a amêndoa da castanha de caju (ACC) torna-se uma promissora fonte dentre as alternativas proteicas de origem vegetal. A cajucultura desempenha um papel significativo na economia brasileira. Em 2023, a produção de castanha de caju atingiu 116.829 toneladas, e essa atividade é essencial tanto para pequenos produtores quanto para grandes indústrias, sendo uma importante fonte de trabalho e renda (CONAB, 2024). Essa matéria-prima se destaca por seus teores em proteínas (22 - 25%) e lipídios (33 - 46%), apresentando como ácido graxo predominante o ácido oleico (em torno de 60 %) e linoleico (18 - 20%) (LEAL et al., 2023; LIMA; GARCÍA; LIMA, 2004; LIAO et al., 2019). Apresenta ainda grande parte dos aminoácidos essenciais em sua composição, incluindo leucina, valina, lisina e triptofano, evidenciando sua qualidade proteica e alto valor biológico (LIAO et al., 2019; VENKATACHALAM; SATHE, 2006).

Apesar do estimado valor atribuído a ACC, durante seu processamento industrial cerca de 40% das amêndoas são quebradas, diminuindo o seu valor comercial. Uma pesquisa recente realizada pelo nosso grupo de pesquisa, demonstrou que essas amêndoas quebradas (de diferentes classes) podem ser utilizadas como matéria-prima para extração do óleo, gerando um produto com alto valor agregado de excelente qualidade (LEAL et al., 2023). O óleo, assim

como a amêndoa, apresenta um perfil de ácidos graxos de grande interesse do ponto de vista comercial e nutricional. Porém, o seu processamento também gera um coproduto de elevado valor nutricional – a torta parcialmente desengordurada (TPD). Esse material apresenta uma alta concentração de proteínas (cerca de 30-38%), além de fibras alimentares totais (cerca de 8-11%), contribuindo no valor nutricional e nas propriedades funcionais e tecnológicas, inclusive podendo ser utilizada na formulação de novos alimentos (BISINOTTO, 2021; LIMA; GARCÍA; LIMA, 2004; LIMA et al., 2021a).

Pesquisas envolvendo a utilização da torta de oleaginosas na indústria alimentícia vem sendo realizadas, a fim de aprimorar sua aplicação como fontes dietéticas para consumo humano, uma vez que seus benefícios já estão bem descritos pela literatura. De forma abrangente, o aproveitamento de materiais vegetais derivados de coprodutos agrícolas na produção de proteínas com diferentes atividades funcionais e biológicas deve ser valorizado, já que o aproveitamento implica na realização de práticas sustentáveis, evitando a subutilização da matéria-prima e impacto no meio ambiente (SINGH et al., 2022).

Neste sentido, a TPD, embora seja hoje um coproduto do processamento, possui um potencial como matéria-prima para desenvolvimento de diversos produtos de elevada qualidade. Ademais, dentre os produtos proteicos que tem sido cada vez mais demandado pelo mercado, se destaca a barra proteica (MALECKI, 2020). Esses produtos apresentam um crescimento de mercado promissor, sendo cerca de 6,1% a taxa de crescimento anual composta previsto entre os anos de 2022-2029 (Fortune Business Insights, 2022).

Apesar das barras proteicas serem consideradas alimentos funcionais devido à inclusão de ingredientes ricos em nutrientes, as barras comerciais ainda apresentam uma extensa lista de ingredientes, incluindo diversos aditivos alimentares, o que se torna desfavorável para a saúde. Estudos estão sendo conduzidos para desenvolver novas formulações que possam substituir ou aprimorar a composição dos ingredientes convencionais, além de promover formulações com rótulos mais limpos (ALJALOUDI et al., 2024).

A aplicação de fontes de proteínas vegetais derivadas do coproduto da amêndoa da castanha de caju, pós-extração do óleo, nesses produtos, não apenas destaca-se por seus benefícios nutricionais, mas também representa uma interessante inovação, uma vez que não se tem esse produto no mercado. Em adição, a utilização de concentrado de yacon, em substituição de xaropes habitualmente usados na formulação, pode tornar o produto ainda mais atraente do ponto de vista funcional, sendo fonte de fruto-oligossacarídeos prebióticos (SILVA et al., 2018).

Nesse contexto, o desenvolvimento de produtos tipo barra com alto conteúdo

proteico, a partir do coproduto do processamento da amêndoa de castanha de caju, colabora na oferta de produto de proteínas de excelente qualidade, para um amplo público de consumidores, principalmente os praticantes de atividade física intensa como musculação, levando em consideração suas necessidades energéticas e de macronutriente.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Desenvolver barras com alto conteúdo proteico a partir da torta parcialmente desengordurada da amêndoa da castanha de caju.

2.2 Objetivos específicos

- Desenvolver formulações de barras de alto conteúdo proteico (mínimo de 20%) utilizando a torta parcialmente desengordurada da amêndoa de castanha de caju como principal ingrediente do produto;
- Determinar as características físico-químicas e nutricionais das barras proteicas;
- Verificar a aceitabilidade sensorial e intenção de compra das barras proteicas em diferentes públicos (público geral da Embrapa Agroindústria Tropical, alunos e funcionários da Faculdade de Educação Física da UFC - CE e praticantes de atividades físicas de uma academia particular de Fortaleza - CE);
- Caracterizar sensorialmente as diferentes formulações das barras proteicas por meio dos testes Check all that apply (CATA) e Rate all that apply (RATA);
- Identificar o perfil de minerais, perfil de aminoácidos e digestibilidade proteica *in vitro* da barra proteica natural.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Proteínas alternativas

Os hábitos alimentares atuais demonstram cada vez mais a predominância da dieta ocidental, induzindo o aumento da ingestão de sódio, açúcares refinados, gorduras, alimentos ultraprocessados e carnes (AFSHIN et al., 2019). Em consequência, ampliando a incidência de desnutrição, sobrepeso, obesidade dentre outras doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), em todas as faixas etárias (CENA; CALDER, 2020). Outros desafios relacionados à produção de alimentos, sobretudo quando se trata da produção de proteínas de origem animal (carnes e laticínios) é a degradação do meio ambiente, incluindo perda da diversidade, mudanças climáticas e o uso desenfreado da água doce (RÖÖS et al., 2017).

Iniciativas vêm sendo realizadas globalmente para abordar segurança alimentar, saúde humana, desenvolvimento sustentável e preservação ambiental, e estas são impulsionadas pela busca e renovação por diferentes meios de produção de alimentos, envolvendo estudos de novas alternativas alimentares não convencionais, principalmente por fontes de proteínas, visto que a demanda de consumo é crescente (MARIUTTI et al., 2021).

Intervenções no sistema alimentar propostas por cientistas e profissionais da saúde para enfrentar esses desafios, beneficia a indústria alimentícia no aprimoramento e criação de produtos para melhor atender aos padrões nutricionais recomendados, não só visando os padrões alimentares individuais, mas sim abrangendo os aspectos sociais no contexto coletivo (LARTEY; MEERMAN; WIJESINHA-BETTONI, 2018).

A oferta de uma alimentação bem equilibrada, dentro dos princípios de qualidade, quantidade, harmonia e adequação, além de colaborar na absorção de nutrientes, balanço energético e fisiológico, deve consequentemente impactar de forma benéfica a saúde, evitar o agravamento de epidemias de DCNT relacionadas à dieta, bem como futuras crises ambientais e de segurança alimentar (FANZO; DAVIS, 2019). Estudos demonstram que a procura por novas fontes de proteínas voltadas para o consumo humano tem cada vez mais estado em evidência, assim como a busca por estabelecer a oferta de produtos que se equipare nos quesitos de qualidade nutricional e sensorial, a fim de facilitar a aceitação desses alimentos (GARCÍA et al., 2020; LESSA et al., 2022; LEE et al., 2023).

As chamadas proteínas alternativas, podem ser proteínas derivadas de plantas (cereais, sementes comestíveis, pseudocereais, leguminosas e oleaginosas), fontes alternativas

não convencionais (por exemplo, subprodutos agroindustriais), microrganismos (fungos e bactérias), algas e microalgas, insetos e carne cultivada em laboratório (CHEZAN; FLANNERY; PATEL, 2022; HADI; BRIGHTWELL, 2021; KUMAR et al. 2021; MISHYNA; CHEN; BENJAMIN, 2020; RAWIWAN et al., 2022). A aplicação ao consumo dessas proteínas no decorrer da formação dos hábitos alimentares, baseiam-se conseqüentemente na menor dependência de proteínas de origem animal, instigando a potenciais mudanças nas cadeias de produção das indústrias agroalimentares na busca por fontes de proteínas aplicáveis em uma nova perspectiva de consumo e mercado (AIKING, 2011).

As proteínas são consideradas componentes importantes nas formulações de alimentos, independente de qual fonte se enquadre na indústria de alimentos, onde baseiam em suas propriedades funcionais como capacidade de formar ou estabilizar emulsões, atividade enzimática, solubilidade e capacidade de modificar os atributos sensoriais dos produtos impactando nas suas principais características, como, cor, aparência, aroma e textura (MAŁECKI; MUSZYŃSKI; SOŁOWIEJ, 2021).

Contudo, mesmo essas fontes de proteínas alternativas demonstrando ser preferidas do ponto de vista da sustentabilidade envolvendo questões ambientais e bem-estar animal, a utilização destas também estabelece preocupações na segurança da oferta dos alimentos envolvendo essas categorias. Levando em consideração aspectos relacionados a alérgenos, patógenos, contaminantes químicos e as implicações ambientais, principalmente quando se trata de uma grande escala de produção (FERNANDEZ et al., 2021; KOPKO et al., 2022). Portanto, o desenvolvimento de métodos científicos para avaliar e identificar a alergenicidade e a segurança geral em alimentos produzidos por biotecnologia e novos alimentos, incluindo as novas fontes de proteínas, vem se tornando cada vez mais importante, levando em consideração a relevante procura atual, com objetivo de garantir a qualidade desses alimentos (FERNANDEZ et al., 2021).

Dentre as fontes de proteínas alternativas citadas anteriormente, as proteínas de origem vegetal se destacam em questão de popularidade, onde o consumo de vegetais está relacionado com efeitos favoráveis para qualidade e manutenção da saúde, sendo fontes de grande variedades de nutrientes, como proteínas, carboidratos, minerais, vitaminas, fibras alimentares e compostos fenólicos, além de servir como uma diferente via econômica e versátil na alimentação humana, também proporcionando o enriquecimento nutricional através de matérias-primas com ações funcionais para formulação de diversos produtos (HEMLER; HU, 2019; FVARC et al., 2022).

É previsto que o mercado de proteínas vegetais tenha um aumento de US \$ 1.476 milhões para US \$ 2.358 milhões nos próximos anos (LAPPI, 2022). A estimativa de produção é de 785 milhões de toneladas de diversas culturas alimentares, destacando-se os cereais, as leguminosas e as oleaginosas, que poderão fornecer em média cerca de 89 milhões de toneladas de proteínas bruta (SARI, 2015).

Os resíduos derivados de plantas também enquadram-se sendo de alto valor nutricional e fonte de proteínas, o aproveitamento desses coprodutos e subprodutos agroalimentares possibilita a redução do desperdício de alimentos que são aptos para o consumo humano, assim como a redução da subutilização principalmente no seu emprego como ração para animais e uso como fertilizantes (SÁ et al., 2021). O processamento utilizado nesses resíduos deve ser pensado e determinado de forma individual para cada matéria-prima, levando em consideração a aplicação que vai ser destinado, a fim de reduzir seus fatores antinutricionais, podendo esses vir prejudicar o desempenho na utilização (MUNIALO et al., 2022).

As proteínas, são macronutrientes responsáveis pelo desenvolvimento de funções biológicas necessárias para o corpo humano, contribuindo na manutenção, crescimento e reparo das células (MAŁECKI; MUSZYŃSKI; SOŁOWIEJ, 2021). Sua composição de aminoácidos pode apresentar valores nutricionais e qualidades diferentes, dependendo da digestibilidade, biodisponibilidade, pureza, fatores antinutricionais e efeito do processamento submetido. A quantidade de proteína a ser consumida deve ser individualizada, e o padrão de aminoácidos necessários relaciona-se a diversos fatores subjetivos (idade, sexo, peso corporal, fator de atividade física, dentre outros) (SÁ; MORENO; CARCIOFI, 2020).

O Institute of Medicine (2002) estabelece a ingestão dietética recomendada (RDA) de proteína por dia de 0,8 gramas por peso corporal (g/kg) para indivíduos adultos. Porém, deve-se ressaltar a importância do papel da presença de aminoácidos essenciais (leucina, isoleucina, lisina, valina, fenilalanina, histidina, triptofano, treonina e metionina) que não podem ser sintetizados naturalmente no corpo, fazendo-se necessário a presença na oferta dietética (TESSARI; LANTE; MOSCA, 2016).

3.2 Legislação: barra fonte de proteína

Remotamente, as barras proteicas, foram idealizadas inicialmente para atletas, porém com o passar dos anos esses produtos vem se tornando populares para muitos consumidores, para além do seguimento desportista que contribui no aumento de massa

muscular, ou para idosos e pessoas com risco de desenvolver sarcopenia, as barras proteicas colaboram na praticidade do dia a dia, proporcionando também uma oferta complementar de proteínas dentre outros nutrientes na dieta de indivíduos no geral (LOVEDAY et al., 2009; MALECKI et al., 2020; TRIER; JOHNSTON, 2012).

As barras de proteína geralmente contêm entre 15% e 35% de proteína em sua composição. Elas podem ser preparadas a partir de várias combinações de ingredientes e matérias-primas, sempre com ênfase na qualidade para garantir que atendam às necessidades nutricionais e objetivos específicos para os quais foram desenvolvidas (HOGAN et al., 2012; LOVEDAY et al., 2009, MALECKI et al., 2020). Pode-se citar dentre os principais ingredientes presentes que costumam conter nas formulações de barras proteicas, proteína em pó (origem animal ou vegetal), lipídios, água, açúcares, estabilizantes e aromatizantes (MCMAHON; ADAMS; MCMANUS, 2009). Além disso, essas barras são reconhecidas por sua portabilidade, conveniência de armazenamento e facilidade de consumo, o que as torna uma opção prática de lanche (LIM; JIN, 2021).

Pesquisas surgem na tentativa de atender às necessidades dos consumidores, impulsionar o mercado e desenvolver constantemente produtos inovadores e produzidos de formas sustentáveis, na busca de fazer parte das tendências atuais envolvendo o emprego de fontes alternativas de proteínas na formulação de alimentos, incluindo as barras alimentícias, a exemplo de adição das fontes vegetais, seus coprodutos e insetos (ADÁMEK et al., 2018; LEE et al., 2023; SHEIR, 2022; TOSCANO-PALOMAR et al., 2020).

Estudos demonstram que misturas de diferentes tipos de proteínas incluindo as de fonte vegetal, para elaboração de barras proteicas contribuem no controle de dureza e melhora da textura em comparação com formulações utilizando proteínas individuais, além de contribuir na maior diversificação de aminoácidos e nutrientes, agregando valor ao produto (JIANG et al., 2021; IMTIAZ; KUHN-SHERLOCK; CAMPBELL, 2012).

No Brasil, os produtos alimentares na categoria que abrange a comercialização de barras alimentícias que auto se declarem como fonte de proteínas, devem ser considerados dentro das conformidades presentes nas normas estabelecidas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), pela Resolução Diretoria Colegiada (RDC) nº 429, de 8 de outubro de 2020 (BRASIL, 2020a), junto a Instrução Normativa (IN) nº 75, de 8 de outubro de 2020 (BRASIL, 2020b), na qual estabelece as alegações de rotulagem nutricional nos alimentos embalados.

Para uso das alegações nutricionais de fonte de proteína, dois requisitos devem ser

cumpridos, de acordo com o Anexo XX da IN nº 75/2020. Como primeiro requisito, estes produtos devem ser denominados conforme a presença em quantidade de aporte de proteína em relação a porcentagem do valor diário de referência (VDR) para o consumo proveniente de proteínas ao dia que é estabelecido em 50g para fins de rotulagem nutricional dos alimentos. Para alegação a quantidade mínima por porção para ser considerado “fonte de proteína” é de 10% do VDR de proteínas, para ter a alegação “alto conteúdo de proteínas” é necessário conter o valor mínimo de 20% de proteínas do VDR e para ser alegado “aumentado em proteína” o valor deve ser de 25% de proteínas. Como segundo requisito, as quantidades de aminoácidos essenciais da proteína adicionada devem atender o perfil de aminoácidos para declaração de alegações de proteína, conforme a composição de referência em miligrama de aminoácido por grama de proteína definida pela IN citada (conforme Tabela 1) (BRASIL, 2020b).

Tabela 1 - Perfil de aminoácidos para declaração de alegações nutricionais de proteína

Aminoácidos	Composição de Referência (miligrama de aminoácido por grama de proteína)
Histidina	15
Isoleucina	30
Leucina	59
Lisina	45
Metionina e cisteína	22
Fenilalanina e tirosina	38
Treonina	23
Triptofano	6
Valina	39

Fonte: BRASIL (2020b).

3.3 Amêndoa da castanha de caju

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma planta de fácil adaptação a solos arenosos e típica de clima tropical, popular no Brasil, principalmente nas regiões do Norte e Nordeste, onde mais da metade da área de colheita dos frutos da planta está localizada no Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte. Esses três estados representam 90,7% da produção brasileira de castanha de caju em 2023, onde a região Nordeste totalizou 99,4% do produzido no mesmo ano (CONAB, 2024).

A produção nacional de caju vem reduzindo ao longo dos anos uma taxa média de 1,2% entre 2020 e 2023, refletindo uma diminuição de área anual de 2,2% no período, porém ocorreu aumento de 1,0% na produtividade anual da cultura. A safra de 2024 foi estimada em 132,7 mil toneladas, demonstrando um aumento de 13,6% no país, em comparação com o ano anterior. O Ceará é considerado o principal produtor, com uma produção estimada em 73,3 mil toneladas, representando 55,2% do total nacional em 2024 (CONAB, 2024).

A cajucultura no Brasil, contribui para economia dos estados, atuando na movimentação da atividade de produtores, associações, fornecedores de insumos, comerciantes e indústrias de processamento que são geradoras de empregos por meio dessa matéria-prima (BRAINER; VIDAL, 2020). Sendo também o Nordeste responsável por toda importação de castanha de caju nacional, porém quando a demanda interna não é suficiente, há um aumento das importações de castanha in natura (OLIVEIRA, 2022).

O principal produto do cajueiro é a castanha, sendo a amêndoa da castanha de caju (ACC) o fruto, tendo 10% do peso total, representa o maior valor econômico do cajueiro e oferece um amplo valor nutritivo, sendo rica principalmente em ácidos graxos mono e poli-insaturados (MUFA e PUFA), aminoácidos fisiologicamente ativos, selênio, fitosteróis e tocoferóis (PAIVA et al., 2000; ZAFEER; BHAT, 2023).

A utilização da matéria-prima dos frutos do cajueiro, são relatadas há décadas, tanto para consumo *in natura* ou processados, seja para a obtenção do suco, polpa congelada, cajuínas e outras bebidas ou como farinhas, biscoitos, pães, bolos, doces, salgados e subprodutos da extração do líquido da casca da ACC (PAIVA et al., 2000).

Atualmente, com o avanço das tecnologias, aprimoramento de processos e a preocupação com o meio ambiente, ampliou-se os estudos na busca de garantir o aproveitamento integral de matérias-primas de fonte vegetal potente. Sendo a castanha de caju, um exemplo entre essas matérias-primas, na qual pode ser transformada em diversos produtos com aplicações distintas, tanto na sua forma integral como a partir da utilização dos coprodutos derivado do processamento industrial, como etanol, produtos farmacêuticos, farinhas e óleo, dentre outros (SHARMA et al., 2020; ZAFEER; BHAT, 2023).

Entretanto, estima-se que aconteça uma perda de cerca de 30 – 40% do total de ACC, onde são apontadas como inadequadas durante à venda e descartadas devido a contusões, danos, oleosidade ou queimaduras a secagem durante seu processamento (LIMA et al; 2017; SHARMA et al., 2020). Nessa perspectiva, pesquisas envolvendo o processamento dos grãos quebrados de ACC vem sendo desenvolvidas, com objetivo de evitar o desperdício da matéria-

prima, aumentar seu valor econômico e comprovar suas características nutricionais benéficas, produzindo matéria rica em proteínas e óleos de elevada qualidade destinado ao consumo humano (LIMA et al., 2021; LEAL et al., 2023).

As sementes oleaginosas têm em média 15% de gorduras totais, essas quando submetidas ao processamento da extração do óleo, são tidas como resíduos, podendo ser descartadas ou subutilizadas, no emprego de ração para animais. Porém, a composição desses resíduos são potenciais matérias-primas a serem utilizadas para o consumo humano, apresentando teores de proteínas e outros nutrientes importantes (KOTECKA-MAJCHRZAK et al., 2020).

O óleo da ACC pode ser extraído por diversas técnicas, dentre estas a extração mecânica por prensagem a frio (prensa hidráulica ou parafuso) ou extração aquosa (utilizando água como solvente). De forma geral, permitem apenas um desengorduramento parcial das oleaginosas, esses métodos de processamento são um dos mais satisfatório para obtenção de óleo no que diz respeito a preservação da qualidade da matéria-prima obtida, por não necessitar de tratamento térmico ou produtos químicos para que ocorra a extração do óleo das sementes, assim, preservando seus compostos funcionais (BOGAERT; MHEMDI; VOROBIEV, 2018; LEAL et al., 2023; LIMA et al., 2016).

Pesquisas demonstram, na tentativa de ampliar o conhecimento sobre o óleo da ACC, sua composição e conseqüentemente tornando-o mais popular, possibilitando uma boa aceitação futura, não apenas como óleo comestível, mas também como produto para uso nutracêutico por apresentar nos resultados encontrados, concentrações de componentes que na teoria vem proporcionar efeitos interessantes a saúde. Como foi observado a presença de altas concentrações nos valores de ácido oleico (59,59 a 65,28%), ácido linoleico (16,60 - 18,23%), ácido palmítico (7,16 - 9,24%) e ácido esteárico (4,07 - 8,25%) (LEAL et al., 2023; USLU; ÖZCAN, 2019). O consumo de ácidos graxos, enfatizando os poli-insaturados está relacionado com benefícios à saúde, principalmente por seu consumo apresentar associação a taxas reduzidas de doenças cardiovasculares e mortalidade total (WU; XU; BALLANTYNE, 2019).

Gobbo et al., (2015) demonstraram que o consumo da castanha de caju pode influenciar nos níveis séricos de lipídios, promovendo a redução nas concentrações do colesterol total, colesterol LDL e triglicérides, a partir da ingestão diária de 60 g ou mais por dia de ACC. Também foi verificado por MOHAN et al., (2018) que o consumo de castanha de caju durante 12 semanas, resultou na redução da pressão arterial em indivíduos com diabetes tipo 2. Já a presença de fibras, encontrada tanto na ACC como no resíduo da extração de óleo,

seu consumo pode se relacionar na boa saúde da microbiota intestinal, prevenção do surgimento de doenças crônicas não transmissíveis, ajudar no controle glicêmico, redução do colesterol sérico elevado, auxiliar na redução de sobrepeso, obesidade e risco de acidente vascular cerebral (DREHER, 2018; LAMBEAU; MCRORIE, 2017).

Um estudo envolvendo digestão gastrointestinal *in vitro*, realizado com farinha de ACC desengordurada por dois processos de extração de óleo (prensagem e solvente), verificou a liberação de diversos compostos, como peptídeos, compostos fenólicos e seus derivados, nesse procedimento semelhante à digestão humana (BISINOTTO et al., 2021). Essa preservação de compostos e potencialização de outros, é observado também na torta parcialmente desengordurada derivada da extração do óleo da ACC.

A torta desengordurada é um dos principais resíduos da extração do óleo das oleaginosas, caracterizando-se como uma boa e potencial fonte de proteínas (ARRUTIA et al., 2020). Tratando-se da TPD da ACC, pode-se observar que ocorre o aumento da concentração de proteínas (cerca de 30- 45%) e de fibras alimentares totais (cerca de 8%), quando obtida por prensagem, ficando subentendido que assim como há benefícios à saúde relacionado ao consumo de ACC na sua forma integral, também é possível obter os mesmos resultados ou semelhantes quando relacionado com o consumo da TPD. Uma vez que esses dados corroboram com os dados envolvendo a matéria-prima, em conjunto com as pesquisas relacionadas ao estudo das propriedades funcionais do óleo da ACC, obtidos através da extração, é possível idealizar resultados promissores para aplicação e consumo humano a nível comercial da TPD da ACC na aplicação de produtos (BISINOTTO, 2021; LIMA; GARCÍA; LIMA, 2004; LIMA et al., 2021a).

Assim, pode-se enfatizar que o desenvolvimento de produtos a partir de coprodutos, como é o caso da presente pesquisa, proporciona vantagens sustentáveis, econômicas e nutricionais devendo ser exploradas pelo setor alimentício, visto que a indústria tem buscado atender à crescente demanda dos consumidores por produtos mais saudáveis e sustentáveis, adotando estratégias como a oferta de produtos de origem vegetal, também relacionando a utilização de tortas parcialmente desengorduras provenientes de oleaginosas, sendo atribuídos como alimentos funcionais, dando ênfase na quantidade de proteínas e fibras alimentares (ARRUTIA et al., 2020; ZHANG et al., 2022).

3.4 Concentrado de yacon

O yacon (*Smallanthus sonchifolius*) é uma raiz originária dos Andes, na América do Sul, tendo cultivo estabelecido em diversos países incluindo o Brasil (TEIXEIRA et al., 2020). Sua composição in natura apresenta principalmente altos teores de água e carboidratos, demonstrando 0,7% -13,2% de fruto-oligossacarídeos (FOS) e 15-40% de açúcares simples, ou seja, glicose, frutose e sacarose (SALES et al., 2023; OJANSIVU et al., 2011). Os FOS são denominados de fibras solúveis com ação de prebióticos por serem fermentáveis e estimularem o crescimento de forma seletiva de microrganismos benéficos (*Lactobacillus* e *Bifidobacterium*), responsáveis pela produção de ácidos graxos de cadeia curta (propionato, acetato e butirato) na microbiota intestinal (CUPPARI, 2020).

Devido às suas elevadas concentrações naturais de FOS, a raiz de yacon tem sido amplamente pesquisada por seu potencial como alimento funcional e pelos benefícios que pode oferecer à saúde. Como forma de confirmar esses benefícios com o consumo de FOS e outros bioativos do yacon, estudos envolvendo a aplicação do yacon na criação e desenvolvimento de alimentos diversos, apresentam, a exemplos de xarope (SILVA et al., 2017; SILVA et al., 2018), bebidas (DIONÍSIO et al., 2015; DIONÍSIO et al., 2020; SILVA et al., 2018) e farinha (PARUSSOLO et al., 2017). Considerando também que suas características sensoriais, contribuem na incorporação em produtos alimentícios (DIONÍSIO et al., 2013). Entre os diversos produtos derivados do yacon, o concentrado (xarope) se destaca apresentando elevado teor de FOS (21 - 47%) (SILVA et al., 2017). Os benefícios nutricionais envolvendo o concentrado de yacon para a saúde humana vem sendo investigados cada vez mais, principalmente no contexto do controle glicêmico e lipídico, aumento da saciedade, melhora na constipação e diminuição do peso corporal (SALES et al., 2023; DIONÍSIO et al., 2015; ADRIANO et al., 2019; ADRIANO et al.; 2020; GENTA et al., 2015; SILVA et al., 2017).

Para além desses benefícios relatados a saúde, provando a inovação na tecnologia de desenvolvimento de produtos alimentícios funcionais, o concentrado de yacon ainda contribui nos atributos sensoriais, proporcionando um sabor doce agradável, apresentando também baixa caloria servindo como substituto de outros tipos de açúcares e impactando positivamente nos valores nutricionais dos alimentos (SILVA et al., 2017; SILVA et al., 2018).

4 METODOLOGIA

4.1 Matéria-prima

Amêndoas de castanha de caju (ACC), de qualidade P1 (pedaços grandes de primeira qualidade) (Figura 1) de acordo com a IN nº 2 de 6 de fevereiro de 2017 (BRASIL, 2017), foram obtidas de um fornecedor local (Usibrás, Aquiraz-CE, Brasil). As amostras foram porcionadas em embalagens de 1 kg, seladas a vácuo e armazenadas a -18 °C até o momento do uso. O isolado proteico de ervilha (83,33% de proteína, 9,66% de lipídeos e 2,33% de carboidratos) utilizado foi obtido da marca NewNutrition (Brasil) e o concentrado de yacon utilizado foi obtido a partir de protocolo estabelecido na Embrapa (SILVA et al., 2018) e descrito no item 4.2. Os demais ingredientes foram utilizados para as formulações das barras proteicas foram: a manteiga de cacau (100% pura) marca Callebaut (Brasil), maltodextrina (96% de carboidratos totais, dextrose equivalente 17,0 - 19,9) marca Adicel (Brasil), glicerina (vegetal) marca Fab! (Brasil), extrato de baunilha marca Dr. Oetker (Brasil) e café solúvel em pó marca Nescafé (Brasil). Todos foram adquiridos no comércio local da cidade de Fortaleza - CE, Brasil.

Figura 1 - Amêndoas de castanha de caju qualidade P1



Fonte: Autor (2024).

4.2 Obtenção do concentrado de yacon

Inicialmente as raízes de yacon (Figura 2) foram lavadas e sanitizadas em água clorada com 200 ppm de cloro ativo. Foram descascadas manualmente e cortadas em cubos de 1 cm³. Em seguida, foram imersas em solução de ácido cítrico (2,4% p/v) por 8 min para inativação das enzimas de escurecimento (polifenoloxidasas), homogeneizadas em liquidificador industrial para obtenção da polpa de yacon, e armazenadas a -18 ± 1 °C. A polpa foi tratada com enzimas Rapidase® (500 ppm por L) por 1 hora na temperatura de 45 °C. Após inativação enzimática (85 °C por 5 min), as polpas foram refrigeradas até 30 °C e filtradas em sistema de microfiltração (Pall industrie, modelo Membralox, Saint-Germain-en-Laye, França) (SILVA et al., 2018). O material clarificado foi concentrado a vácuo, com temperatura inferior a 60 °C até atingir 70° Brix (Figura 3). Posteriormente, foi armazenado a - 5 °C até seu uso.

Figura 2 – Raízes de yacon (*Smallanthus sonchifolius*), matéria-prima para produção do concentrado de yacon



Fonte: Autor (2024).

Figura 3 – Concentrado de yacon como fonte de oligossacarídeos prebióticos

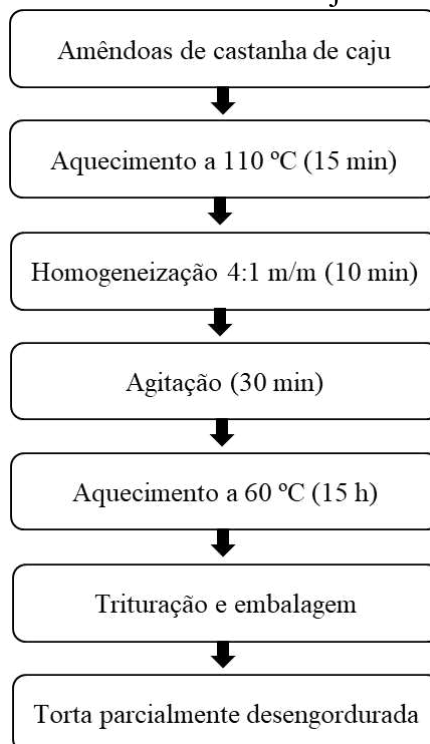


Fonte: Autor (2024).

4.3 Obtenção da torta parcialmente desengordurada (TPD) de amêndoa de castanha de caju

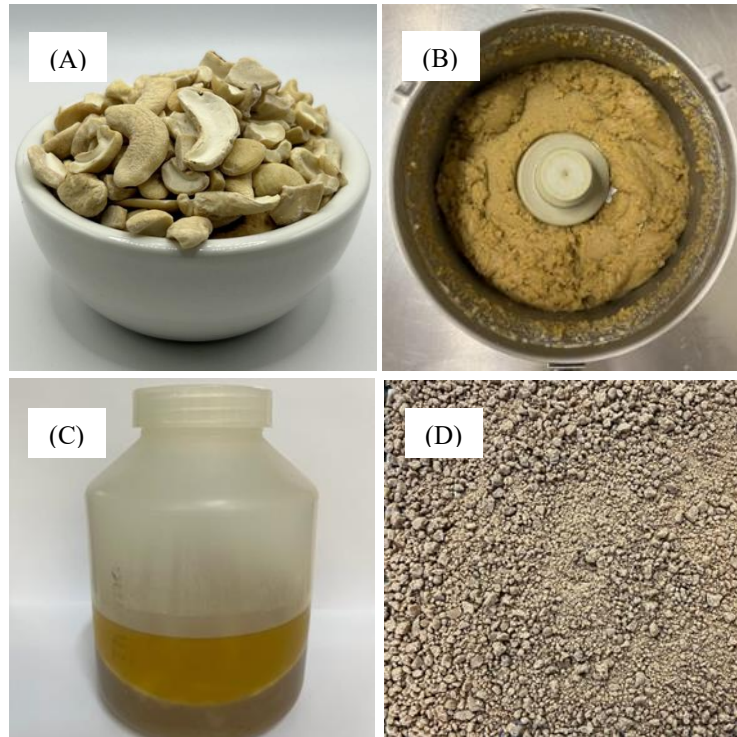
O processo para obtenção da torta parcialmente desengordurada seguiu o fluxograma descrito na Figura 4. Para isso, as amêndoas de castanha de caju foram tratadas termicamente a 110 °C por 15 minutos em forno de convecção forçada (Marconi MA035, Brasil), seguindo protocolo definido por LEAL et al. (2023). Posteriormente, as amostras foram homogeneizadas com água em processador de facas (R 201 Ultra E) na proporção 4:1 m/m (massa de castanha/água) e submetidas ao processo de centrifugação (Megafuge 40, Brasil) a 4500 rpm por 30 minutos. A massa decantada resultante do processamento (torta), foi separada do óleo (sobrenadante) e seca a 60 °C por 15 horas em forno de convecção forçada (Marconi MA035, Brasil). Essa torta parcialmente desengordurada (TPD) foi resfriada a temperatura ambiente (25 °C), triturada em moinho de facas e peneirada em peneira acoplada ao moinho, com 1 mm de tamanho (Figura 5). O armazenamento do produto final, que é a matéria-prima para elaboração das barras proteicas (Figura 6), foi realizado em sacos de polipropileno a vácuo, e mantido a -18 °C até o momento do uso.

Figura 4 - Fluxograma da obtenção da torta parcialmente desengordurada de amêndoa de castanha de caju



Fonte: Autor (2024).

Figura 5 - Processamento da torta parcialmente desengordurada de amêndoa de castanha de caju. (A) Amêndoas em pedaços tipo P1; (B) Massa de amêndoas e água após homogeneizadas em processador de facas; (C) TPD (massa decantada) e óleo (sobrenadante) após processo de centrifugação e (D) TPD após secagem a 60 °C por 15 horas em forno de convecção forçada



Fonte: Autor (2024).

Figura 6 - Torta parcialmente desengordurada (TPD) de amêndoa de castanha de caju, matéria-prima a ser utilizada para elaboração das barras proteicas



Fonte: Autor (2024).

4.4 Desenvolvimento da barra proteica

4.4.1. Processo de obtenção da barra proteica

As preparações das barras proteicas foram elaboradas a partir de experimentos laboratoriais preliminares. Os ingredientes utilizados e suas funções consistiram em:

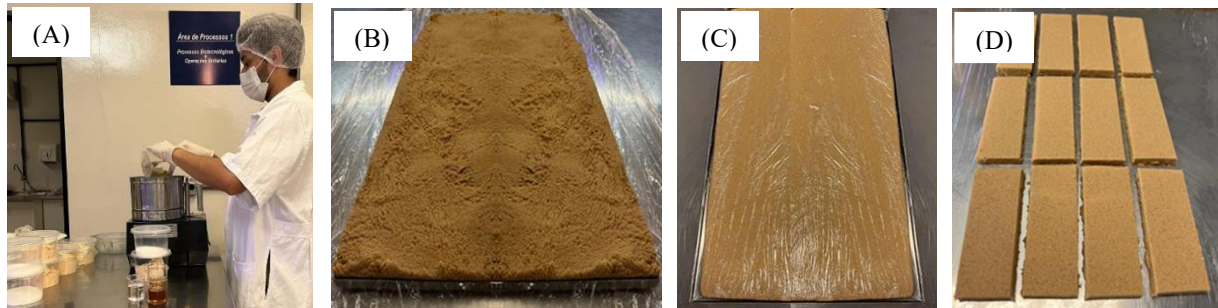
- Torta parcialmente desengordurada (TDP) de amêndoa de castanha de caju, como fonte de carboidratos e proteínas (variando de 35 a 50% na formulação);
- Isolado proteico de ervilha, como fonte de proteínas (variando de 20 a 30% na formulação);
- Glicerina, como umectante (variando de 0 a 20% na formulação);
- Maltodextrina, como conservante (variando de 5 a 10% na formulação);
- Concentrado de yacon, como umectante e fonte de fruto-oligossacarídeos prebióticos (variando de 0 a 20% na formulação);
- Manteiga de cacau, como fonte de lipídeos (variando de 5 a 10% na formulação).

O processo de obtenção das barras ocorreu em três etapas (Figura 7). Na primeira etapa do processamento, foi utilizado um processador de facas (R 201 Ultra E) a 1500 rpm (220 KW), onde todos os ingredientes secos (TPD, isolado proteico de ervilha e maltodextrina) foram misturados até ficar homogêneo. Em seguida, foram adicionados todos os ingredientes úmidos separadamente (concentrado de yacon, glicerina e manteiga de cacau, derretida em béquer de vidro em banho-maria 38 °C) até que a mistura se dissolvesse uniformemente. Logo após, a mistura foi processada no processador de facas por 5 min até formar uma massa homogênea.

Na segunda etapa, a massa foi acondicionada em formas metálicas (largura x altura x comprimento = 26 x 1 x 40 cm) revestida de filme de polipropileno, em seguida a massa foi nivelada na forma na altura de 2 cm de espessura, uniformizando a superfície. Em seguida, foi comprimida por cilindro de plástico manualmente até atingir a altura da forma (1 cm).

Na terceira etapa, a massa foi cortada em tamanho padrão (10 x 4 cm) utilizando uma espátula de aço flex e permaneceu em temperatura ambiente de aproximadamente 25 °C por 20 min. Em seguida, as barras já cortadas foram acondicionadas individualmente em embalagens de sacos de polipropileno laminados e armazenadas à temperatura -5 °C até posteriores análises.

Figura 7 - Processo de obtenção das barras proteicas. (A) Mistura de todos os ingredientes em processador de facas para obtenção da massa; (B) Massa homogênea em forma revestida com plástico filme; (C) Massa após comprimida por cilindro manual; (D) Barras cortadas em tamanho padrão utilizando espátula de aço flex



Fonte: Autor (2024).

4.4.2 Formulação da barra proteica: testes preliminares

Para os testes preliminares, foram elaboradas formulações (Tabela 2) visando atingir concentração de proteína entre 10 % (fonte), 20% (alto conteúdo) e 25% (aumentado) para receber alegação de produto rico em proteína. Consideramos, assim, a quantidade mínima de proteína para cada 40 g do produto (porção), de acordo com a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) N° 429, de 8 de outubro de 2020 (BRASIL, 2020a). Foi utilizado uma tabela nutricional, alimentada com os dados contidos na Tabela Brasileira de Composição dos Alimentos, rótulos das embalagens dos ingredientes, assim como dados de outros trabalhos que continham informações sobre a composição dos ingredientes utilizados (TDP e concentrado de yacon) a fim de determinar previamente e quantificar os macronutrientes (SILVA et al., 2018; LIMA; GARCÍA; LIMA, 2004; LIMA et al., 2021a).

Em adição a concentração de proteína, também foram considerados os seguintes aspectos para o desenvolvimento da barra proteica: homogeneidade da massa, sabor, aroma, cor e textura. Para isso, um grupo de 5-8 provadores não treinados, provaram as barras desenvolvidas e relataram suas impressões, o que direcionou a seleção e definição de formulações que apresentariam os melhores aspectos sensoriais. Os testes de formulação podem ser visualizados na Tabela 2.

Tabela 2 - Formulações de barras proteicas: testes preliminares

Formulações	Ingredientes (em %)					
	Torta parcialmente desengordurada	Isolado proteico de ervilha	Concentrado de yacon	Glicerina	Maltodextrina	Manteiga de cacau
1	40	20	10	10	10	10
2	40	20	0	20	10	10
3	40	20	20	0	10	10
4	40	20	15	5	10	10
5	40	20	5	15	10	10
6	45	20	11	8	8	8
7	50	20	15	5	5	5
8	40	22	18	5	7	8
9	35	30	10	5	10	10
10	40	25	15	10	5	5
11	40	30	10	5	5	10

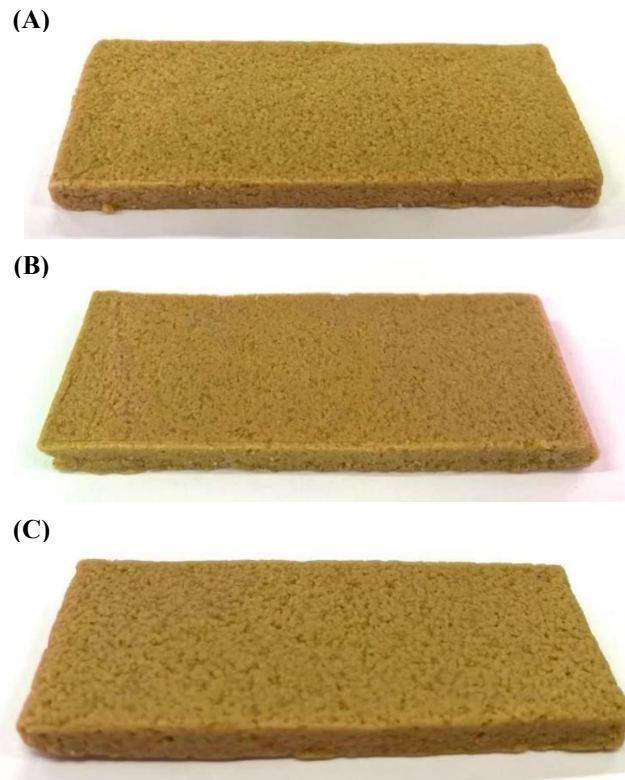
Fonte: Autor (2024).

4.4.3. Formulações de barra proteicas: definição da quantidade de concentrado de yacon e glicerina

A partir dos testes preliminares, foi selecionada uma formulação que apresentou as melhores características sensoriais. Com o objetivo de aumentar o uso de concentrado de yacon (que apresenta fruto-oligossacarídeos prebióticos, e que, portanto, é atrativo para o consumidor do ponto de vista nutricional, segundo Silva et al. 2018) e diminuir a concentração de glicerina, sem alterar a qualidade sensorial do produto, três formulações foram testadas (Tabela 3). Barra proteica com 15% de concentrado de yacon e 5% de glicerina; barra proteica com 10% de concentrado de yacon e 10% de glicerina; barra proteica com 5% de concentrado de yacon e 10% de glicerina (Figura 8). Essas formulações foram avaliadas sensorialmente (testes de aceitação e intenção de compra), além de CATA, marcando todos os atributos que julgaram estarem presentes nas formulações analisadas e RATA, marcando os termos aplicáveis as formulações e classificaram sua intensidade conforme escala.

As barras proteicas foram caracterizadas com relação a análises químicas (composição centesimal, atividade de água e minerais) e nutricionais (perfil de aminoácidos, digestibilidade proteica e frutooligossacarídeos).

Figura 8 – Formulações de barras proteicas com diferentes quantidades de concentrado de yacon e glicerina: (A) 5% de concentrado de yacon e 15% de glicerina; (B) 10% de concentrado de yacon e 10% de glicerina; (C) 15% de concentrado de yacon e 5% de glicerina



Fonte: Autor (2024).

Tabela 3 - Formulações das barras proteicas com diferentes quantidades de concentrado de yacon e glicerina

Ingredientes	Formulação (em %)		
	FA	FB	FC
Torta parcialmente desengordurada de amêndoa de castanha de caju	40	40	40
Isolado proteico de ervilha	20	20	20
Concentrado de yacon	5	10	15
Glicerina	15	10	5
Manteiga de cacau	10	10	10
Maltodextrina	10	10	10
TOTAL	100	100	100

Fonte: Autor (2024).

4.4.4. Formulações de barra proteicas sabor natural, baunilha e café

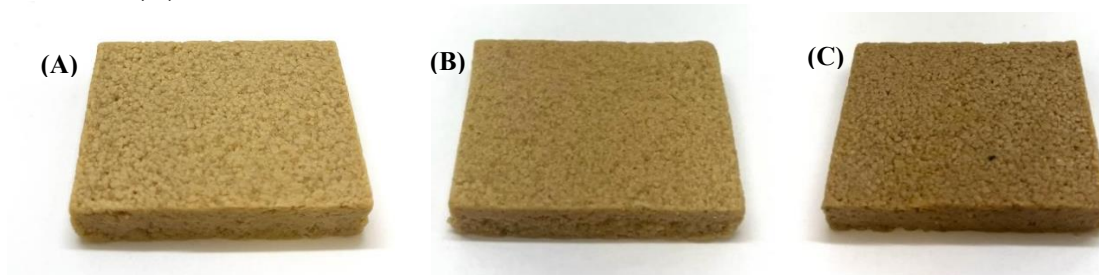
Após definição da concentração ideal de concentrado de yacon e glicerina, a formulação de barra proteica com maior aceitação sensorial, foi selecionada para a etapa de adição de sabor. Assim, foram elaboradas três formulações, sendo elas: barra proteica sabor natural; barra proteica sabor baunilha e barra proteica sabor café. A elaboração da barra proteica natural seguiu a mesma metodologia descrita no item 4.3.1. As outras formulações foram ajustadas com a adição de aproximadamente 2% de extrato de baunilha (líquido) ou café solúvel (pó), conforme pode ser visualizado na Tabela 4 e Figura 9.

Tabela 4 - Formulações de barras proteicas sabor natural, baunilha e café

Ingredientes	Formulação (em %)		
	BPN	BPB	BPC
Torta parcialmente desengordurada de amêndoa de castanha de caju	40	39,2	39,2
Isolado de ervilha	20	19,6	19,6
Concentrado de yacon	10	9,8	9,8
Glicerina	10	9,8	9,8
Manteiga de cacau	10	9,8	9,8
Maltodextrina	10	9,8	9,8
Extrato de baunilha líquida	-	2	-
Café solúvel em pó	-	-	2
TOTAL	100	100	100

BPN: Barra proteica natural; BPB: Barra proteica sabor baunilha; BPC: Barra proteica sabor café
Fonte: Autor (2024).

Figura 9 – Formulações de barras proteicas com variações de sabor: (A) natural; (B) baunilha; (C) café



Fonte: Autor (2024).

4.5 Caracterização química e nutricional

A torta parcialmente desengordurada foi caracterizada por meio de análises de composição centesimal (carboidratos, lipídeos, cinzas, proteínas e umidade). O concentrado de yacon foi caracterizado por meio de análises de pH, sólidos solúveis totais (SST), conteúdo de frutooligosacarídeos (FOS) e açúcares simples. As formulações de barras proteicas foram analisadas com relação a composição centesimal (carboidratos, lipídeos, cinzas, proteínas e umidade) e atividade de água. A formulação selecionada, a partir dos resultados sensoriais, foi analisada com relação ao perfil de aminoácidos, digestibilidade *in vitro* e minerais. A seguir, as metodologias adotadas para cada tipo de análise.

4.6 Análises composição centesimal e nutricional

4.6.1 Umidade

O teor de umidade foi determinado por diferença de peso nas amostras, utilizando-se 3,0 g que foram aquecidas em estufa de convecção forçada de ar a uma temperatura de 105 °C \pm 5 °C até obtenção de peso constante (AOAC, 2016). Os resultados foram expressos em g/100 g de amostra.

4.6.2 Cinzas

O teor de cinzas foi quantificado de acordo com o método 923.03 da AOAC (2016). Onde, aproximadamente 3,0 g da amostra foi pesado em cadinhos de porcelana previamente tarados e submetidos a incineração em mufla à 550°C por 6 horas. Os resultados foram expressos em g/100 g de amostra.

4.6.3 Lipídeos

A determinação dos lipídios foi realizada pelo método de Soxhlet utilizando hexano como solvente para a extração da fração lipídica. Alíquotas de cada amostra (5,0 g) foram pesadas em cartuchos de papel filtro e inseridos no extrator Soxhlet. Após completa a extração, a porção lipídica foi separada da micela por destilação do solvente e determinada

gravimetricamente em balança analítica (IAL, 2008). Os resultados foram expressos em g/100 g de amostra.

4.6.4 Proteínas

A proteína foi determinada por combustão, segundo o método DUMAS no equipamento NDA 701 Dumas Nitrogen/Protein Analyzer, VELP Scientific, Itália, segundo o método AOAC 992.23 (AOAC, 2016). O EDTA foi usado como padrão, e 75 mg de amostras foram pesados. O Método Dumas inicia com uma combustão para queimar a amostra, obtendo compostos elementares como água, dióxido de carbono, oxigênio e nitrogênio. O NDA 701 remove a água em dois pontos separados, com dois tipos diferentes de armadilha: a primeira é posicionada depois da combustão e é uma armadilha física (DriStep™), enquanto a segunda é colocada após a redução, e é uma armadilha química. Entre os dois, as substâncias elementares passam através de um forno de redução, que elimina oxigênio e converte óxido de nitrogênio em nitrogênio elementar. Uma segunda armadilha remove a água residual que passou pela primeira armadilha (cerca de 1%) e o gás chega aos adsorventes autorregenerativos de CO₂, restando apenas nitrogênio, que é medido por detector de condutividade térmica. Os resultados foram expressos em g/100 g de amostra.

4.6.5 Carboidratos (Fração glicídica)

Foram determinadas a quantidade de carboidratos considerando-se a composição centesimal e foi calculado por diferença dos demais constituintes predominantes, conforme metodologia descrita por AOAC (2016), por meio da equação 1:

$$\%FG = 100 - (U + L + P + C) \quad (\text{Equação 1})$$

Onde: FG é a fração glicídica (%), U é a umidade (%), L é o teor de lipídeos (%), P é o teor de proteínas (%) e C são as cinzas (%).

4.6.6 Análise de atividade de água, pH e Sólidos solúveis

A determinação da atividade de água, foi por medida direta, em instrumento AquaLab Series 3TE da DECAGON, com controle interno de temperatura a 25°C.

O pH foi analisado com medidor de pH digital (Hanna Instruments, modelo HI2211, Romênia), seguindo os métodos da AOAC (2005).

Os sólidos solúveis (°Brix) foi determinado utilizando um refratômetro (Atago, modelo Pocket PAL-3, Tóquio, Japão) a $20,0 \pm 0,5$ °C, seguindo metodologia da AOAC (2005).

4.6.7 Frutooligosacarídeos (FOS) totais e açúcares simples

A determinação dos FOS foi conforme metodologia dos Horwitz, Latimer e George (2005), sendo os resultados expressos como porcentagem de FOS na amostra. A quantificação dos açúcares sacarose, glicose, maltose e frutose foi realizada por meio de cromatógrafo HPLC, após a extração dos açúcares (BURGNER; FEINBERG, 1992). Para isso, uma amostra de 10 mL foi homogeneizada em 100 mL de uma solução contendo água deionizada, e ferrocianeto de potássio 0,25 M, acetato de zinco 1,0 M e, em seguida, filtrada em papel de filtro qualitativo. A solução obtida foi filtrada por membrana PVDF de 0,22 µm e 13 mm de diâmetro (Millipore) antes de ser injetada no cromatógrafo líquido (Varian, modelo Pro Star 210, Mulgrave, Austrália), equipado com detector de índice de refração Varian modelo ProStar 350 e uma coluna de fase normal (Zorbax Carbohydrate, 250 x 4,6 mm, 5 µm, Agilent), mantida a 35 °C. A fase móvel consistia em uma mistura de acetonitrila e água (80:20 v/v), com uma taxa de fluxo de 1,5 mL/min e um volume de injeção de 20 µL. A quantificação foi realizada utilizando curvas de calibração externas para cada açúcar analisado, variando de 0,02 g/mL a 1,0 g/mL.

4.6.8 Análise de minerais

A determinação dos minerais foi realizada por espectrometria de emissão atômica por plasma de argônio indutivamente acoplado, seguindo o método AOAC 985.1 (AOAC, 1995). Foram pesados 0,5g das amostras em papel alumínio e transferidas para tubos de digestão. Em seguida, adicionou-se 8 mL de solução nitro-perclórica a cada tubo, durante a noite ocorreu a digestão a frio. Em seguida, os tubos foram aquecidos a 120°C no bloco digestor por 4 horas. A temperatura foi então elevada para 250°C até completa digestão. A amostra foi transferida para um balão volumétrico de 50 mL, lavando o tubo digestor com água destilada para assegurar a transferência completa. Após a filtração direta em recipiente de

polipropileno com papel de filtro de faixa lenta (cor azul, diâmetro do poro 8µm), o recipiente foi fechado para evitar perda de material. Em seguida os minerais (fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, sódio, cobre, ferro, manganês e zinco) foram quantificados. Os resultados foram expressos em g/100 g de amostra.

4.6.9 Perfil de aminoácidos

Para determinação qualitativa e quantitativa dos aminoácidos totais as amostras foram submetidas à hidrólise utilizando uma solução de HCl 6 N contendo fenol, por 24 horas a 110 °C. Em seguida, as amostras foram secas e submetidas à derivatização pré-coluna com solução de fenilisotiocianato. Os aminoácidos que passaram por hidrólise foram subsequentemente separados por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC) em fase reversa e identificados por detecção ultravioleta a 254 nm (HAGEN; FROST; AUGUSTIN, 1989; WHITE; HART; FRY, 1986).

Para a quantificação do teor de triptofano livre, adotou-se a técnica de hidrólise enzimática como método de extração. As amostras foram incubadas com pronase a 45°C por 24 horas em banho-maria e depois centrifugadas a 3000 rpm por 10 minutos. As amostras tiveram contato com pronase a 45°C por 24 horas em banho-maria e posteriormente foram centrifugadas a 3000 rpm por 10 minutos. O sobrenadante foi misturado com uma solução contendo 4-dimetil-amino-benzaldeído e nitrito de sódio, e a leitura foi medida em um espectrofotômetro a 590 nm (LUCAS; SOTELO, 1980). Os resultados foram apresentados em forma de porcentagem.

4.6.10 Digestibilidade proteica in vitro

A digestibilidade in vitro da proteína foi determinada segundo metodologia descrita por Akeson e Stahmann (1964) e Gauthier, Vachon e Savoie (1986) foi determinada utilizando uma massa de amostra com teor proteico entre 170,0 a 270,0 mg de proteína. O sistema enzimático composto por solução contendo 30 mg de pepsina (Sigma Aldrich) foi submetido por 3 horas à 37 °C. Posteriormente, foi adicionado 40 mg pancreatina (Sigma Aldrich) e o sistema enzimático submetido à 37 °C por 24 h. Após hidrólises, as proteínas não hidrolisadas foram precipitadas com solução de ácido tricloroacético (TCA) 30% e separadas por filtração (Whatman nº 42). As proteínas hidrolisadas foram quantificadas pelo método Kjeldahl (AOAC,

2012). A caseína (Merck) foi utilizada como proteína padrão de referência. Os resultados foram expressos em porcentagem.

4.6.11 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas das barras proteicas foram realizadas seguindo orientação da Resolução RDC nº 724 de 01 de julho de 2022, que dispõe sobre os padrões microbiológicos dos alimentos e sua aplicação, e a Instrução Normativa IN nº 161 de 01 de julho de 2022, que estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos. Os produtos foram avaliados quanto a presença/ausência de *Salmonella* (ANDREWS et al., 2023) em 25 g de amostra e contagem de *Escherichia coli* (FENG et al., 2020) e bolores e leveduras (TOURNAS et al., 2001).

4.7 Análise sensorial das barras proteicas

Todas as análises sensoriais realizadas seguiram protocolo especificado por Meilgaard, Civille e Carr (2006) e Stone e Sidel (1993). Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) APÊNDICES A, B e C. Os protocolos dos testes sensoriais foram previamente aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Ceará, sob o CAAE nº 41822420.2.0000 e da Embrapa Agroindústria Tropical sob parecer nº 3.117.036. Foram realizadas análises microbiológicas prévias das formulações que foram submetidas as análises sensoriais.

Os provadores foram instruídos sobre o procedimento da análise sensorial e três amostras de barras proteicas de aproximadamente 10 g foram servidas em copos descartáveis de 50 mL, codificados com números aleatórios de três dígitos e apresentados de forma monádica sequencial e balanceada para minimizar os efeitos de posição das amostras. Entre cada amostra, foi orientado aos provadores que bebessem água servida em copo descartável de 200 mL ou mastigassem pedaços de pão de forma sem casca, visando limpar o palato e evitar interferências entre as avaliações (DUTCOSKY, 2013).

Em adição aos testes preliminares, foram realizadas três análises sensoriais a fim de definir a melhor formulação da barra proteica. As análises foram realizadas com diferentes públicos, como descrito a seguir.

A primeira análise sensorial (Figura 10) foi realizada no Instituto de Educação

Física e Esportes da Universidade Federal do Ceará, localizada na cidade de Fortaleza - CE. A aplicação da análise aconteceu em uma sala de aula que foi adaptada para tal realização. Participaram 98 provadores não treinados, tendo como público alunos, funcionários da instituição e indivíduos voluntários, na faixa etária de 18 a 55 anos, os quais receberam orientações sobre o teste. As formulações avaliadas foram três barras com diferentes concentrações de glicerina e concentrado de yacon (5, 10, 15%). A partir destes resultados, foi selecionada uma formulação, para adição de sabor de baunilha, de café e natural. A análise sensorial consistiu em teste de aceitação e intenção de compra, RATA e CATA (APÊNDICE E e D).

Figura 10 – Análise sensorial realizada no Instituto de Educação Física e Esportes da Universidade Federal do Ceará (UFC)



Fonte: Autor (2024).

A segunda análise sensorial foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial da Embrapa Agroindústria Tropical (Figura 11), localizada na cidade de Fortaleza - CE. Os provadores foram recrutados entre funcionários e colaboradores da Embrapa. Participaram 60 provadores não treinados, tendo como público bolsistas, funcionários da instituição e indivíduos voluntários, na faixa etária de 18 a 55 anos, os quais receberam orientações sobre o teste. As formulações avaliadas foram as barras de diferentes sabores (natural, baunilha e café) na concentração 10% de concentrado de yacon e 10% de glicerina. A análise sensorial consistiu em teste de aceitação e intenção de compra e CATA (APÊNDICE F e G).

Figura 11 – Análise sensorial realizada no Laboratório de Análise Sensorial da Embrapa Agroindústria Tropical



Fonte: Autor (2024).

Por fim, a terceira análise sensorial foi realizada com praticantes de atividade físicas de uma academia particular de Fortaleza - CE (Figura 12), localizado na cidade de Fortaleza - CE. Os provadores foram recrutados entre alunos praticantes de alguma modalidade de atividade física e frequentadores do estabelecimento, que tinham algum conhecimento prévio sobre barra proteica. Participaram 100 provadores não treinados, tendo como público indivíduos voluntários, na faixa etária de maior que 18 anos, os quais receberam orientações sobre o teste. As formulações avaliadas foram as barras de diferentes sabores (natural, baunilha e café) na concentração 10% de concentrado de yacon e 10% de glicerina. A análise sensorial consistiu em teste de aceitação, intenção de compra e CATA (APÊNDICE H e I).

Figura 12 – Análise sensorial realizada em uma academia particular de Fortaleza - CE



Fonte: Autor (2024).

4.7.1 Teste de aceitação e intenção de compra

Foram utilizados o teste de escala hedônica estruturada de 9 pontos, variando entre 1 - desgostei muitíssimo e 9 - gostei muitíssimo (STONE; SIDEL, 1993). Os atributos analisados consistiram em aparência, aroma, sabor, textura e aceitação global. A intenção de compra avaliada por meio de uma escala estruturada de 5 pontos, variando de 1 - certamente não compraria a 5 - certamente compraria. Foram solicitados aos avaliadores que atribuíssem uma nota de cada escala separadamente à cada amostra de acordo com sua percepção. O índice de aceitabilidade foi expresso em percentual (%), utilizando a nota média atribuída ao produto $\times 100/\text{pontuação máxima atribuída ao produto}$ (MINIM, 2018).

4.7.2 Testes descritivos Check-All-That-Apply e Rate-All-That-Apply

Na primeira análise sensorial, foram realizados os testes descritivos CATA e RATA. Já nas segunda e terceira análises sensoriais, foi realizado apenas o teste CATA. Nestes momentos, junto ao teste de aceitação e intenção de compra, os provadores responderam ao questionário do teste Check-All-That-Apply (CATA), que apresentaram termos descritivos mais comuns e de fácil definição a cada atributo sensorial, sendo os termos divididos por categoria sensorial com o objetivo de facilitar a carga cognitiva durante o processamento das características sensoriais. Os termos para os testes CATA e RATA (APÊNDICE J) foram definidos na fase dos testes preliminares (secção 4.4.2). A ordem dos atributos foi definida de acordo com a ‘esperada dinâmica da percepção sensorial’: (1) aparência, (2) sabor, (3) textura e (4) gosto residual, de modo a facilitar o processamento do teste entre os avaliadores não-treinados (GIACALONE e HEDELUND, 2016).

Os consumidores, durante o teste CATA, foram orientados a marcar, entre os termos apresentados, aqueles que melhor descrevem as formulações. A frequência de uso de cada termo foi contabilizada por somatório de acordo com metodologia de Vidal et al. (2015). O Teste Rate-All-That-Apply (RATA), em sua vez, foi utilizado para quantificar os descritores marcados, usando escala numérica de intensidade (1-pouquíssimo até 5 – muitíssimo) (ARES et al., 2014).

4.7.3 Análise Estatística

Na análise dos dados do teste sensorial de aceitação foram utilizadas análise de

variância (ANOVA) e teste de Tukey entre as médias, estabelecendo-se a diferença mínima significativa em $p < 0,05$. No método CATA, foi utilizado o teste de Cochran Q, de acordo com MANOUKIAN (1986). Os resultados do teste RATA foram avaliados por meio de análise dos componentes principais (ACP), apresentando gráficos bidimensionais, e por testes de médias apresentados de forma tabular e gráfica.

Os demais testes estatísticos ao longo do trabalho foram realizados em triplicata e os resultados submetidos a análise de variância (ANOVA), seguida do teste de comparação de médias de Tukey ($p < 0,05$). Em todos os testes estatísticos, foi utilizado os softwares XLSTAT 2021 (v 2021.4.1) e Microsoft Excel 2019.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Torta Parcialmente Desengordurada (TDP)

A torta parcialmente desengordurada (TPD) da amêndoa de castanha de caju obtida neste trabalho se define como um coproduto sólido obtido após extração do óleo. Na pesquisa, o óleo foi extraído utilizando água (extração aquosa), excluindo o uso de solventes orgânicos, conforme descrito por Carmo (2024). Esse material sólido foi então a matéria-prima principal para formulação das barras proteicas, e os resultados da sua composição centesimal estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Composição centesimal da torta parcialmente desengordurada (TPD) de amêndoa de castanha de caju obtida por extração aquosa

Composição	(g/100g)
Proteína bruta	35,51 ± 0,30
Lipídeos	17,05 ± 0,30
Carboidratos*	43,12 ± 0,43
Cinzas	4,33 ± 0,03
Umidade	5,27 ± 0,07

*Carboidrato calculado por diferença. Média ± desvio padrão amostral.

Fonte: Autor (2024).

Como pode ser observado na Tabela 5, a TDP é composta principalmente por carboidratos e proteínas. A redução do conteúdo lipídico encontrado neste produto (cerca de

17%), em comparação a valores observados nas amêndoas *in natura* relatados em diferentes pesquisas [teores variando entre 33 - 37% (LEAL et al., 2023), 46% (LIMA; GARCÍA; LIMA, 2004) e 51% (LIAO et al., 2019)], pode indicar uma eficiência do procedimento de extração de lipídeos similar a outros processos de extração sem uso de solvente orgânico (prensagem mecânica, fluido supercrítico, assistida por micro-ondas, enzimática aquosa), onde a medida que o conteúdo da fração lipídica é reduzido, observa-se um aumento nos demais constituintes (CARMO, 2024; LIMA; GARCÍA; LIMA, 2004; SANTOS et al., 2013; NEBOLISA, 2023; GAO, 2024).

Por sua vez, processos de desengorduramento das amêndoas de castanha de caju utilizando solventes orgânicos são mais eficientes, como demonstraram Lima et al. (2021a) e Alobo, Agbo e Ilesanmi (2009), obtendo 2,9% e 3,58% de lipídeos na torta utilizando hexano em soxhlet, respectivamente. Porém, os solventes usados durante esses processos (majoritariamente hexano) são tóxicos e apresentam potencial risco a saúde e ao meio ambiente (FERRAZ; SILVA, 2025). Neste sentido, processos alternativos – como extração aquosa, são desejáveis e vem ao encontro de uma demanda dos consumidores e, conseqüentemente, da indústria de alimentos.

O valor de carboidratos obtido neste trabalho foi de 43,12%, distinto daqueles relatados por Lima et al. (2016) e Bisinotto et al. (2021), que analisaram tortas desengorduradas de amêndoas de castanha de caju por extração em prensa hidráulica, reportando um teor aproximado de 38% de carboidratos, valor inferior ao reportado no presente trabalho. Esses estudos apresentaram também teores de lipídeos superiores ao encontrado neste trabalho (entre 28-30%), apontando que possivelmente a extração aquosa de óleo da amêndoa de castanha de caju realizada nesta pesquisa, foi mais satisfatória quando se comparar com os estudos citados anteriormente, levando em conta os teores de carboidratos e lipídeos obtidos.

O teor de proteína na TPD (35,51%) avaliado neste estudo foi superior ao valor verificado por Liu et al. (2018) em torta desengordurada de amêndoas de caju obtida em extração por solvente éter de petróleo, que encontrou valores aproximados de 32%. Pesquisas envolvendo a extração do óleo dessas amêndoas por prensa hidráulica, Lima et al. (2016) e Bisinotto et al. (2021), também demonstraram valores inferiores, variando de 24 a 30%. Borges et al. (2022) e Pineli (2015) em suas pesquisas envolvendo torta de amêndoa de baru desengordurada por extração mecânica, obtiveram valores inferiores (cerca de 29-31%) de proteínas comparado ao obtido no presente trabalho. Esses valores elevados de proteínas agregam interesse à matéria-prima do ponto de vista nutricional, contribuindo

significativamente para sua qualidade e potencial tecnológico.

Em relação ao teor de cinzas obtido no presente trabalho 4,33%, pode-se observar que esse valor foi superior em relação aos trabalhos verificados por Lima et al. (2016), Lima, García e Lima, (2004), e Bisinotto et al. (2021), onde demonstraram pelo método de extração de óleo por prensa hidráulica para obtenção de TPD da amêndoa da castanha de caju, valores variando de 2,9 a 3,7%. Santos et al. (2013), em seu estudo com amêndoas de castanhas-do-pará, obteve valor de 6,8% de cinzas, utilizando extratora de fluido supercrítico (dióxido de carbono) como método para obtenção de torta desengordurada. Entende-se que o aumento no teor de cinzas ao comparar com a amêndoa in natura (cerca de 2,3 – 2,6%), segundo Leal et al. (2023) e tortas desengorduradas obtida por extração mecânica como citado anteriormente, foi reflexo do aumento no teor mineral da TPD resultante da extração aquosa.

Ao observar seu valor nutricional, especialmente pela maior concentração de proteínas e minerais em comparação com a amêndoa, a torta de amêndoa de castanha de caju torna-se uma excelente opção para a produção de alimentos, incluindo aqueles da linha *plant-based*. Sendo ideal para combinar alto teor de proteínas, minerais e melhores atributos sensoriais (por preservar as características da amêndoa), a exemplo de produtos do tipo barras proteicas.

5.1.1 Caracterização do concentrado de yacon

A caracterização do concentrado de yacon obtido nesse estudo a ser utilizado como ingrediente nas diferentes formulações de barra proteica é apresentada na Tabela 6.

O concentrado de yacon utilizado na formulação das barras proteicas apresenta uma composição de carboidratos que inclui 20,7% de frutose, 9,6% de sacarose e 11,4% de glicose. Em contraste, o xarope de cana-de-açúcar, que é o mais conhecido comercialmente, contém uma quantidade significativamente maior de carboidratos como sacarose 78,53 g/100g, e quantidades menores de glicose e frutose (1,02 e 0,98 g/100g, respectivamente) (ASIKIN et al., 2017).

Tabela 6 – Caracterização do concentrado de yacon

Características	Conteúdo
FOS e açúcares simples (%)	
FOS	23,00
Glicose	11,41
Frutose	20,75
Sacarose	9,62
Características gerais	
Atividade de água*	0,76 ± 0,1
pH*	4,00 ± 0,5
Sólidos solúveis (°Brix)*	72,63 ± 0,5

* Média ± desvio padrão amostral.

Fonte: Autor (2024).

O concentrado de yacon apresentou cerca de 23% de frutooligossacarídeos (FOS), sendo este o carboidrato majoritário do produto. Como já demonstrado em trabalhos realizados anteriormente pela equipe, o concentrado de yacon apresenta efeito prebiótico (SILVA et al., 2017; SILVA et al., 2018). Os FOS são polímeros de frutose resistentes a ação das enzimas digestivas humanas, que por sua vez estimulam a fermentação no cólon, promovendo principalmente o crescimento de bifidobactérias, proporcionando benefícios para a saúde (CAETANO *et al.*, 2016). De acordo com a Resolução nº 19 de 30/04/1999, regida pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária, conforme o regulamento técnico de procedimentos para registro de alimento com alegação de propriedades funcionais e ou de saúde em sua rotulagem, cita que “os frutooligossacarídeos contribuem para o equilíbrio da flora intestinal, e seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis”. Quanto aos requisitos específicos para alegação nutricional de FOS é necessário no mínimo 2,5 g de FOS incluídos por porção do produto que apresente alegação, seguindo legislação (BRASIL, 1999).

O concentrado de yacon foi usado para porção de 40 g, nas seguintes porcentagens: 5%, 10% e 15% atingindo valores de 0,46 g, 0,92 g e 1,38 g de FOS, respectivamente. Dessa forma, mesmo não atingindo o valor necessário para alegação nutricional, entende-se que a utilização do concentrado de yacon como ingrediente para desenvolvimento funcional de novos produtos alimentícios mostra-se como enriquecimento para aplicação como ingrediente alimentar, agregando valor nutricional e funcional as barras proteicas, sendo uma interessante

estratégia para a indústria de alimentos, proporcionando também a possibilidade de substituir xaropes de açúcares simples, por algo mais complexo visando também a saudabilidade. Assim, entende-se que a substituição parcial da glicerina por concentrado de yacon, é uma estratégia interessante para agregar ainda mais valor a barra proteica.

5.2 Desenvolvimento de barra proteica com diferentes quantidades de concentrado de yacon e glicerina

Diferentes formulações de barra proteica foram elaboradas, variando as concentrações de concentrado de yacon e de glicerina (5%, 10% e 15%). Os resultados das caracterizações químicas são discutidos a seguir.

5.2.1 Caracterização centesimal das formulações

A caracterização do concentrado das diferentes formulações de barra proteica é apresentada na Tabela 7. No presente trabalho os valores de proteínas ficaram próximos 27,1 - 27,6% em todas as formulações das barras proteicas pesquisadas, demonstrando que não tem diferença significativa ($p > 0,05$) para esse parâmetro. As formulações com esses valores de composição de proteínas, indicaram que os produtos formulados têm altos teores de proteínas, nos quais obtiveram quantidade de aproximadamente 11 g de proteína para cada 40 g do produto final por porção, equivalendo a 22% do VDR de proteína. Desta forma, as barras proteicas atendem a legislação, podendo ter alegação nutricional de alto conteúdo de proteínas, que estipula um mínimo de 20% do valor dietético de referência no consumo de proteína na dieta total do dia, conforme RDC N° 429, de 8 de outubro de 2020, garantindo uma quantidade significativa desse macronutriente na dieta (BRASIL, 2020a).

Lima et al. (2021b) desenvolveu diferentes formulações de barras proteicas a partir de coprodutos de castanha-do-pará e baru, alcançando valores inferiores de proteínas 17,9 - 24,3% em comparação a este trabalho. Szydłowska et al. (2020) e Szydłowska et al. (2022) realizaram pesquisas envolvendo a elaboração de barras proteicas e o uso de ingredientes de origem vegetal com alegação funcional e orgânico, onde as pesquisas tinham como principal fonte de proteína o concentrado de proteína de soro do leite, obtiveram valores entre as formulações empregadas de 17,3 - 21,3% e 16,9 - 19,5% respectivamente de proteína, demonstrando valores inferiores a esta pesquisa mesmo com a inclusão de proteína de fonte animal, porém vale destacar que a quantidade de concentrado de proteína de soro do leite

utilizado nas formulações dessas barras foram de 15,6 – 16,7 g e 12 – 24,7 g em 100 g de produto.

Tabela 7 – Caracterização físico-química das formulações das barras proteicas com diferentes quantidades de concentrado de yacon e glicerina

Composição (g/100g)	FA	FB	FC
Proteína	27,15 ± 0,4a	27,48 ± 0,3a	27,63 ± 0,4a
Lipídeos	15,3 ± 0,3b	18,4 ± 0,3a	18,5 ± 0,5a
Carboidratos*	44,42 ± 0,8a	42,29 ± 0,5b	43,14 ± 0,7ab
Cinzas	3,4 ± 0,2a	3,9 ± 0,4a	3,7 ± 0,6a
Umidade	6,3 ± 0,3b	7,7 ± 0,2a	7,4 ± 0,2a
Atividade de água	0,33 ± 0,0c	0,47 ± 0,0b	0,55 ± 0,0a
Valor energético total**	436,74 ± 1,2b	445,18 ± 1,3ab	448,96 ± 1,5a

*Carboidrato calculado por diferença. **Valor energético total calculado por kcal/g. Média ± desvio padrão amostral. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). FA = 5% de concentrado de yacon e 15% de glicerina; FB = 10% de concentrado de yacon e 10% de glicerina; FC = 15% de concentrado de yacon e 5% de glicerina.

Fonte: Autor (2024).

As barras apresentaram pequenas diferenças entre os teores de carboidratos 42,29 - 44,42%, sendo o maior valor encontrado na Formulação A, que apresenta maior concentração de glicerina. Também na mesma formulação foi determinada a menor concentração dos teores de lipídeos 15,3%. Os valores obtidos de umidade (6,3 - 7,7%) e atividade de água (0,33 - 0,55) apresentaram diferença significativa entre as formulações, sendo os maiores valores de atividade de água observados para as formulações com maiores quantidades de concentrado de yacon. Sugere-se que esse resultado ocorreu devido aos níveis de água presentes no concentrado de yacon, propiciando uma quantidade maior de água livre na barra em comparação à formulação que utiliza a mesma quantidade de glicerina. Por outro lado, a glicerina atua como um aditivo alimentar umectante, caracterizando-se como um agente higroscópico que se liga à água, resultando em uma menor atividade de água (AZELEE et al., 2019). Em adição, todas as formulações apresentaram atividade de água inferior a 0,65, assegurando estabilidade durante o armazenamento e inibição do crescimento microbiano (LOVEDAY et al., 2009).

As três formulações de barra proteica apresentaram valores energéticos muito semelhantes (436,74 - 448,96 kcal/100g), porém com diferença significativa entre as Formulações A e C, ambas fornecendo na porção (40 g) em média 9% do valor de referência diário de consumo 2.000 kcal (BRASIL, 2020b). Esses valores energéticos foram

proporcionados pelas composições equilibradas de macronutrientes presentes nas barras, que apresentaram altos teores de proteínas que são fundamentais para a recuperação e o desenvolvimento muscular (MOORE, 2019). Enquanto os valores de carboidratos foram moderados e os teores do conteúdo lipídico reduzidos, todos estes contribuindo na garantia de energia necessária para as atividades diárias. Essa composição, levando em conta seus requisitos nutricionais, torna-se interessante para o público consumidor que cada vez mais procuram por padrões alimentares saudáveis, incluindo alimentos de origem vegetal, pobres em gorduras e açúcares (CENA; CALDER, 2020). Também apresentando alegação nutricional de alto conteúdo de proteínas, caracterizando-se assim uma opção atraente para os consumidores que buscam um lanche nutritivo e energético, além de prático.

5.2.2 Análises microbiológicas das barras proteicas

Os resultados das análises microbiológicas apresentaram conformidade com a legislação (IN 161/2022) (BRASIL, 2022) para análises de *E. coli* (<10 UFC/g), *Salmonella* (ausência em 25g) e Bolores e leveduras (<10 UFC/g). Os resultados demonstram o cumprimento das boas práticas de fabricação na hora de realizar a manipulação dos ingredientes e fabricação dos produtos, assim como a qualidade microbiológica dos ingredientes utilizados (LORENZO *et al.*, 2018).

5.3 Análise sensorial das formulações de barra proteica com diferentes quantidades de concentrado de yacon e glicerina

5.3.1 Provadores

O público-alvo de provadores selecionados para realização dessa análise, foram alunos e professores do curso de educação física do Instituto de Educação Física e Esportes da Universidade Federal do Ceará, localizada na cidade de Fortaleza-CE. Porém, vale ressaltar que os demais funcionários ou visitantes do local não foram impedidos de participar do teste.

Baseados nos resultados apresentados na Tabela 8, a maior parte dos participantes eram do sexo masculino (58,1%), com idade entre 21-30 anos (52,04%) e nível superior incompleto (71,43%). Entre os provadores, 95% afirmaram não ser vegano ou vegetariano, 64,68% afirmaram que não tem o costume de comer barra proteica e mais 70,53% afirmaram que nunca comeu barra de proteína de origem vegetal. O total de 42,85% participantes

afirmaram que consomem raramente barra proteica e quando perguntados do porquê de consumir barra proteica, 57,14% responderam que não tem hábito de consumo.

Tabela 8 – Perfil dos provadores que participaram da análise sensorial das barras proteicas com diferentes quantidades de concentrado de yacon e glicerina

Perfil do provador		
Sexo	N	%
Masculino	57	58,16
Feminino	39	39,80
Outro	2	2,04
Escolaridade		
18 a 20 anos	35	35,71
21 a 30 anos	51	52,04
31 a 40 anos	5	5,10
41 a 50 anos	4	4,08
acima de 50 anos	3	3,06
Faixa etária		
Ensino Médio Completo	13	13,27
Ensino Superior Incompleto	70	71,43
Ensino Superior Completo	5	5,10
Mestrado	1	1,02
Doutorado	9	9,18
Hábitos alimentares		
Você é vegetariano ou vegano?		
Sim	1	0,98
Não	97	95,06
Você tem o costume de comer barra proteica?		
Sim	32	31,36
Não	66	64,68
Você já comeu barra de proteína SOMENTE de origem vegetal?		
Sim	8	7,84
Não	72	70,53
Em que momento você consome barra proteica?		
Lanche	21	21,42
Refeição	0	0
Dieta	4	4,08
Pós-treino	8	8,16
Raramente	42	42,85
Nunca	23	23,46
Por que você consome barra proteica?		
Hábito	4	4,08
Preferência	5	5,10
É saudável	14	14,28
Para aumentar a proteína da dieta	18	18,36
Não tenho hábito	56	57,14
Outro	1	1,02

Fonte: Autor (2024).

5.3.2 Teste de aceitação e intenção de compra

Estão apresentados na Tabela 9, os resultados obtidos no teste de aceitação dos atributos sensoriais (aceitação global, aparência, aroma, sabor e textura) das barras proteicas. Observa-se que os atributos aceitação global, aparência, sabor e textura das três formulações apresentaram escore entre 5 (“nem gostei, nem desgostei”) e 6 (“gostei ligeiramente”), e não apresentaram diferença estatística entre si nestes atributos.

Tabela 9 - Aceitação dos atributos sensoriais das barras proteicas com diferentes quantidades de concentrado de yacon e glicerina

Formulação	Aceitação global	Aparência	Aroma	Sabor	Textura
FA	5,98 ± 1,80a	5,82 ± 1,78a	5,14 ± 1,45a	5,67 ± 1,85a	5,98 ± 1,70a
FB	6,33 ± 1,53a	5,99 ± 1,60a	5,51 ± 1,69a	6,17 ± 1,66a	6,36 ± 1,48a
FC	5,86 ± 1,78a	6,01 ± 1,65a	5,56 ± 1,54a	5,74 ± 1,79a	5,96 ± 1,78a

Média ± desvio padrão amostral Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). FA = 5% de concentrado de yacon e 15% de glicerina; FB = 10% de concentrado de yacon e 10% de glicerina; FC = 15% de concentrado de yacon e 5% de glicerina.

Fonte: Autor (2024).

O escore “6” no teste de aceitação é equivalente à faixa de aceitação (“gostei ligeiramente”), o que mostra que o produto foi aceito pelos consumidores. Esses valores estão alinhados com a proposta do desenvolvimento da barra: um produto clean label e com poucos ingredientes na sua formulação, sem adição de chocolates ou outros componentes da formulação. Estudos envolvendo formulações de barras proteicas de baru com castanha-do-pará e barra de sementes (comercial), apresentaram resultados de aceitação semelhantes, sem ultrapassar média 6,0 (LIMA et al., 2021; PINTO et al., 2017, PINTO et al., 2019).

Considerando que as barras proteicas comumente encontradas no mercado são oferecidas com algum tipo de cobertura ou recheio doce, como chocolate, esses resultados podem indicar um estranhamento inicial dos provadores ao avaliarem barras proteicas que não atendem a essa expectativa. Além disso, pesquisas envolvendo análises sensoriais de barras proteicas com proteínas vegetais como principal fonte sugerem uma melhor aceitação geral quando as barras possuem cobertura de chocolate (MAŁECKI et al., 2020).

Outro ponto importante a ser mencionado é que, correlacionando os dados do perfil dos participantes com os resultados obtidos no teste de aceitação, podemos verificar que esses resultados evidenciam as influências subjetivas destes provadores em relação ao produto

analisado. Dentre esses motivos, o hábito de não comer barras proteicas, como foi observado na maioria dos provadores (64,68%), pode ter maior relevância, uma vez que já é conhecido que os hábitos alimentares afetam as preferências alimentares, o consumo de energia e a ingestão de nutrientes (DREWNOWSKI, 1997).

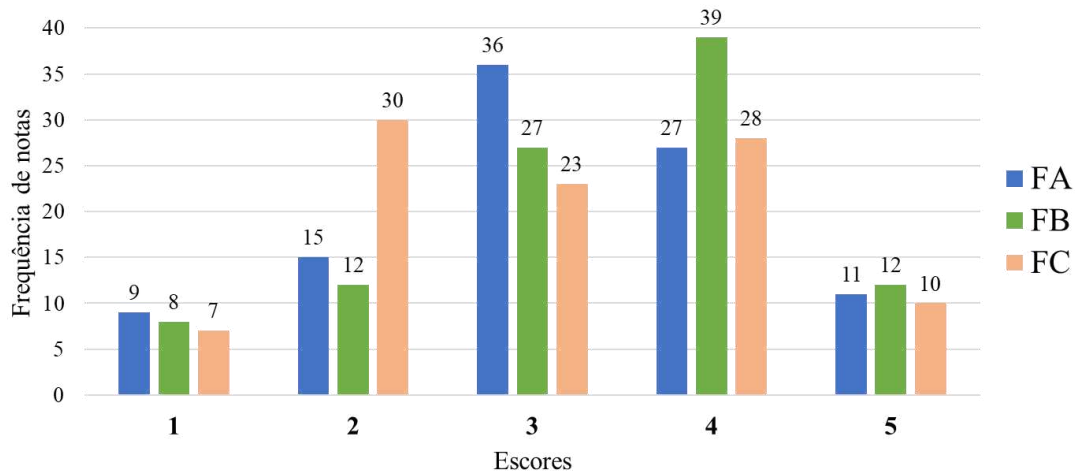
Referente ao atributo aroma, as três formulações apresentaram escore “5” (“nem gostei, nem desgostei”), não possuindo diferença estatística ($p > 0,05$). Esse resultado indica que o aroma das formulações não foi bem recebido pelos avaliadores do teste, indicando uma zona de indecisão. O uso de proteína isolada de ervilha como ingrediente na formulação em estudo, pode estar associado a menor escore obtido neste trabalho em relação ao atributo aroma, uma vez que esta é associada a moléculas de aldeído, principalmente hexanal, dentre outros compostos voláteis ativos, descrito responsáveis pelo aroma indesejável no isolado de proteínas da ervilha (LIU; CADWALLADER; DRAKE, 2023). Porém, o isolado de proteínas de ervilha, juntamente com o isolado de proteínas da soja, tem sido os produtos vegetais mais utilizados em formulações de barras proteicas disponíveis no mercado atualmente.

Małeck et al. (2022), estudando formulações de barras proteicas com isolado proteico de ervilha, observaram resultados semelhante a este trabalho, com aroma dos produtos obtendo escores na zona de indecisão dos provadores. Por outro lado, Dimopoulou et al. (2023) e Gunyaphan et al. (2020), utilizando também o isolado proteico de ervilha, obtiveram avaliação positiva de aceitação dos atributos sensoriais entre os provadores, incluindo o atributo aroma. Porém, ambos autores utilizaram ingredientes com aromas característicos como raspas de limão, canela ou chocolate, o que pode ter mascarado esse aroma indesejável e contribuído para melhor aceitação do aroma destes produtos.

O cálculo do índice de aceitabilidade demonstrou que a Formulação B foi a única que atingiu o percentual mínimo (70%) para dois atributos avaliados, que foram aceitação global (70%) e textura (71,2%). Quanto à intenção de compra (Figura 13), a Formulação B obteve os maiores números de respostas ancoradas nos escores “4” e “5” (“provavelmente compraria e certamente compraria”). A formulação de barra proteica com 5% de concentrado de yacon (Formulação A) apresentou maior frequência de respostas no escore “3” (“talvez compraria, talvez não compraria”) e a Formulação C na qual tem a maior concentração de concentrado de yacon (15%) incluiu maior frequência de respostas no escore 2 (“provavelmente não compraria”) considerado na zona de rejeição dos provadores. Por fim, os resultados dos atributos sensoriais das diferentes formulações das barras proteicas mostraram que a formulação que obteve nota mais satisfatória entre estas, foi a Formulação B contendo 10% de

concentrado de yacon e 10% de glicerina.

Figura 13 - Intenção de compra das barras proteicas com diferentes quantidades de concentrado de yacon e glicerina



FA: formulação com 5% concentrado de yacon; FB: formulação com 10% concentrado de yacon; FC: formulação com 15% concentrado de yacon. Escores: 1 (“certamente não compraria”); 2 (“provavelmente não compraria”); 3 (“talvez compraria, talvez não compraria”); 4 (“provavelmente compraria”) e 5 (“certamente compraria”).

Fonte: Autor (2024).

Desta forma, a pesquisa avançou com a Formulação B (10% de concentrado de yacon e 10% de glicerina), para realizar novos testes sensoriais, com adição de sabores, como café e baunilha, com o intuito de melhorar a aceitação sensorial de aroma. Assim como também as análises de perfil de aminoácidos, digestibilidade *in vitro* e minerais foram realizadas utilizando essa formulação. Essa formulação foi escolhida com base nos dados obtidos por essa análise sensorial, na qual ganhou maior destaque tanto no teste de aceitação, índice de aceitabilidade e intenção de compra.

5.3.3 *I Check-All-That-Apply (CATA) e Rate-All-That-Apply (RATA)*

Na Tabela 10 pode-se observar a frequência relativa de descrição de cada atributo sensorial avaliado, bem como os resultados da aplicação do teste de Cochran Q.

No teste do CATA, entre os 19 atributos analisados, somente o termo "mole" mostrou diferença estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$). Esse resultado pode ter sido alcançado devido a quantidade de glicerina utilizada nas diferentes formulações, com maior média na formulação com 15% de glicerina e a menor média na formulação com 5%, não havendo diferença entre estes na formulação com 10%. Os termos restantes não apresentaram diferenças estatísticas, indicando que as três amostras foram percebidas como semelhantes na

maioria dos atributos avaliados, isso pode ser explicado devido à natureza das amostras serem muito parecidas, os provadores possivelmente não fizeram distinção entre as formulações. Sugere-se também que essa percepção de semelhança entre os descritores das formulações influenciou a proximidade de médias nos valores de aceitação sensorial, onde pode-se observar que mesmo a formulação com 10% de concentrado de yacon ter apresentado melhor nota na maioria dos atributos pesquisados (aceitação global, sabor e textura), não houve diferença estatística entre as formulações ($p > 0,05$) em todos os atributos.

Segundo Varela e Ares (2012), quando os produtos são muito parecidos, os participantes tendem a selecionar os mesmos atributos em todos os produtos avaliados no teste CATA. Costa et al. (2020) observaram o mesmo fenômeno, indicando que atributos que não mostram diferenças significativas podem refletir uma pequena variação entre as amostras. Além disso, sugere-se que os participantes do teste CATA frequentemente não são treinados, quando estes avaliam produtos com pequenas diferenças podem apontar menor percepção sensorial (ARES et al., 2015). Portanto, mesmo ao variar as concentrações de concentrado de yacon e glicerina (5%, 10%, 15%), as barras proteicas desenvolvidas apresentaram características semelhantes para os principais atributos identificados no teste CATA.

Os termos mais frequentes mencionados para descrever as formulações foram "sabor característico de castanha de caju", "macia", "homogênea", "cor amarela" e "aroma vegetal". Essas características foram consideradas as mais proeminentes pelos provadores para as três formulações. Os atributos mais frequentemente utilizados são os que melhor caracterizam as amostras, seja de forma positiva ou negativa. Portanto, eles devem ser considerados na preparação do produto para otimização (LEAL et al., 2021).

Em contraste, os atributos menos descritos para as formulações foram "aroma ácido/azedo", "gosto residual neutro", "gosto residual adstringente" e "sabor ácido/azedo", sugerindo que esses aspectos foram menos perceptíveis nas amostras conforme avaliado pelos provadores.

Tabela 10 - Frequência de atribuição dos descritores do I *Check-All-That-Apply* (CATA) utilizando o teste Cochran Q para comparação entre as formulações de barra proteica de TPD de amêndoa de castanha de caju.

Atributos	Formulações			p-valor
	FA	FB	FC	
Homogênea	0,898 a	0,888 a	0,898 a	0,846
Brilhosa	0,786 a	0,724 a	0,745 a	0,311
Cor amarela	0,867 a	0,878 a	0,898 a	0,459
Cor pálida	0,847 a	0,827 a	0,827 a	0,834
Aroma doce	0,653 a	0,633 a	0,663 a	0,786
Aroma característico de castanha de caju	0,806 a	0,786 a	0,827 a	0,607
Aroma ácido/azedo	0,449 a	0,378 a	0,388 a	0,239
Aroma vegetal	0,827 a	0,867 a	0,837 a	0,444
Sabor adocicado	0,806 a	0,847 a	0,857 a	0,331
Sabor característico de castanha de caju	0,939 a	0,908 a	0,929 a	0,459
Sabor ácido/azedo	0,592 a	0,633 a	0,633 a	0,656
Macia	0,918 a	0,908 a	0,898 a	0,794
Dura	0,612 a	0,582 a	0,643 a	0,452
Quebradiça	0,714 a	0,755 a	0,684 a	0,337
Mole	0,786 b	0,755 ab	0,673 a	0,035
Gosto residual doce	0,776 a	0,724 a	0,724 a	0,458
Gosto residual amargo	0,622 a	0,643 a	0,653 a	0,836
Gosto residual neutro	0,602 a	0,531 a	0,531 a	0,266
Gosto residual adstringente	0,653 a	0,541 a	0,592 a	0,115

Médias com letras iguais, em mesma linha, não diferem entre si ao nível de 5% de significância para o teste Cochran Q. FA = barra proteica com 5% de concentrado de yacon e 15% de glicerina; FB = barra proteica com 10% de concentrado de yacon e 10% de glicerina; FC = barra proteica com 15% de concentrado de yacon e 5% de glicerina.

Fonte: Autor (2024).

A Figura 14 é representada por DIM1 e DIM2, que juntos correspondem a 100% da variância dos dados. É possível observar os descritores mais associados a cada amostra, onde a formulação A está correlacionada aos atributos “gosto residual neutro”, “gosto residual doce”, “brilhosa”, “cor pálida”, “aroma ácido/azedo” e “mole”. A formulação B correlaciona-se com

“aroma vegetal”, “macia” e “quebradiça” e a formulação C com adição de 15% de concentrado de yacon teve uma maior ligação com os termos “aroma doce”, “dura”, “aroma característico de castanha de caju” e “cor amarela”, notou-se também como a formulação que apresentou maior número de correlações entre os descritores.

Figura 14 – Análise de componentes principais a partir dos descritores sensoriais obtidos no teste I Check-All-That-Apply



Fonte: Autor (2024).

Na avaliação da intensidade dos descritores de sabor, aroma, textura e aparência, as três formulações mostraram médias semelhantes para os atributos analisados como mostra a tabela 11, não apresentando diferença estatística entre estas ($p > 0,05$).

Tabela 11 - Média das intensidades dos termos da análise de Rate-All-That-Apply (RATA)

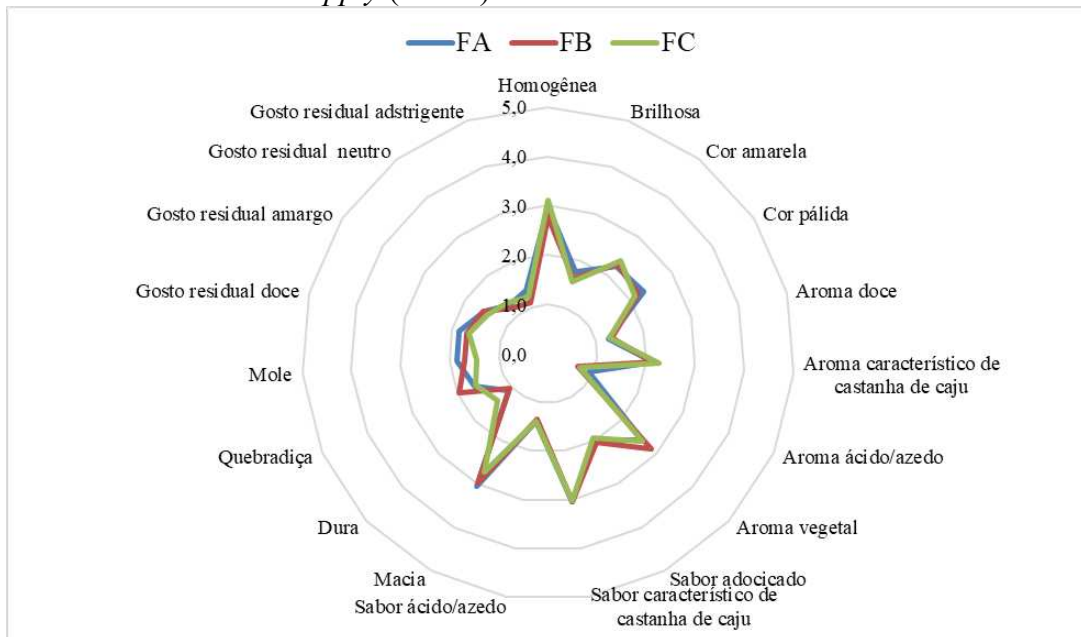
Atributos	Formulações			Pr > F(Modelo)
	FA	FB	FC	
Homogênea	2,980 a	2,765 a	3,102 a	0,291
Brilhosa	1,755 a	1,612 a	1,541 a	0,526
Cor amarela	2,245 a	2,296 a	2,388 a	0,744
Cor pálida	2,316 a	2,204 a	2,122 a	0,671
Aroma doce	1,265 a	1,347 a	1,286 a	0,897
Aroma característico de castanha de caju	2,143 a	2,122 a	2,265 a	0,785
Aroma ácido/azedo	0,908 a	0,663 a	0,714 a	0,276
Aroma vegetal	2,602 a	2,857 a	2,612 a	0,477
Sabor adocicado	2,000 a	2,051 a	1,939 a	0,845
Sabor característico de castanha de caju	3,041 a	3,031 a	3,010 a	0,988
Sabor ácido/azedo	1,398 a	1,337 a	1,398 a	0,941
Macia	3,051 a	2,990 a	2,724 a	0,241
Dura	1,092 a	1,051 a	1,398 a	0,115
Quebradiça	1,622 a	1,959 a	1,612 a	0,171
Mole	1,857 a	1,694 a	1,449 a	0,106
Gosto residual doce	1,857 a	1,694 a	1,643 a	0,552
Gosto residual amargo	1,551 a	1,571 a	1,459 a	0,858
Gosto residual neutro	1,245 a	1,173 a	1,327 a	0,740
Gosto residual adstringente	1,357 a	1,092 a	1,214 a	0,377

Médias com letras iguais, em mesma linha, não diferem entre si ao nível de 5% de significância para o teste Cochran Q. FA = barra proteica com 5% de concentrado de yacon e 15% de glicerina; FB = barra proteica com 10% de concentrado de yacon e 10% de glicerina; FC = barra proteica com 15% de concentrado de yacon e 5% de glicerina.

Fonte: Autor (2024).

Na figura 15, pode-se destacar os descritores mais marcantes apresentando-se com maiores intensidades sendo estes “homogêneo”, “sabor característico de amêndoa de castanha de caju”, “macia” e “aroma vegetal”.

Figura 15 – Gráfico radar obtido a partir das médias atribuídas aos termos descritivos no teste *Rate-All-That-Apply* (RATA)



FA = barra proteica com 5% de concentrado de yacon e 15% de glicerina; FB = barra proteica com 10% de concentrado de yacon e 10% de glicerina; FC = barra proteica com 15% de concentrado de yacon e 5% de glicerina.

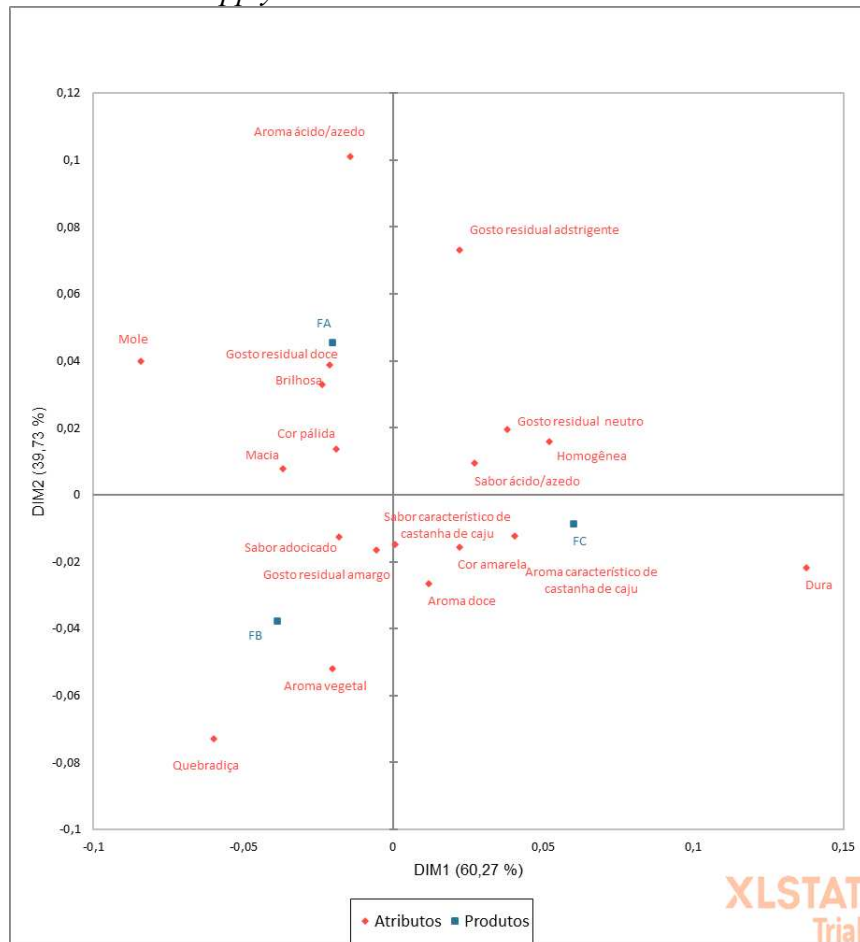
Fonte: Autor (2024).

Na análise de componentes principais do teste RATA (Figura 16), podemos observar as principais características atribuídas à cada formulação. É possível ver que houve uma associação da formulação A com os termos “gosto residual doce”, “brilhosa” e “cor pálida”, “macia” e “mole”. Já a formulação B foi associada aos termos “sabor adocicado”, “aroma vegetal”, “gosto residual amargo” e “quebradiça”.

A característica expressa pelo descritor sabor adocicado se torna interessante para os consumidores de barra proteicas, como mostra Pinto et al., (2017), principalmente tratando-se de um produto *plant-based*, visto que foi apontado em produtos similares a este sendo uma característica que melhora a aceitação do consumidor. A maior aceitação sensorial na escala hedônica para o atributo de sabor dessa formulação pode estar relacionada a essa característica.

Tratando-se da formulação C, apresentou maior associação com os “aromas característicos de castanha de caju”, “homogênea”, “sabor ácido\azedo”, “gosto residual neutro”, “dura”, “cor amarela”, “sabor característico de castanha de caju”, “aroma doce”.

Figura 16 – Análise de componentes principais a partir do teste *Rate-All-That-Apply*



FA = barra proteica com 5% de concentrado de yacon e 15% de glicerina; FB = barra proteica com 10% de concentrado de yacon e 10% de glicerina; FC = barra proteica com 15% de concentrado de yacon e 5% de glicerina.
Fonte: Autor (2024).

5.4 Análise sensorial das formulações de barras proteicas sabor natural, café e baunilha: público geral da Embrapa Agroindústria Tropical

Em seguida são apresentados os resultados da avaliação sensorial realizada com as formulações adicionadas de novos sabores: natural, café e baunilha. Nesta análise sensorial, foram recrutados o público geral da Embrapa Agroindústria Tropical.

5.4.1 Provadores

Os provadores foram recrutados entre funcionários e colaboradores da Embrapa, localizada na cidade de Fortaleza - CE, e o perfil dos participantes encontra-se na Tabela 12. A

maior parte dos participantes eram do sexo feminino (51,67%), com idade entre 18-20 anos (38,33%) e em sua maioria os participantes apontaram ensino médio completo (38,33%). Entre os provadores, 96% afirmaram não ser vegano ou vegetariano, 50% afirmaram que não tem o costume de comer barra proteica e mais 50% afirmaram que talvez já tenha comido barra de proteína de origem vegetal. O total de 35% participantes afirmaram que consomem barra proteica mais como lanche e quando perguntados do porquê de consumir barra proteica, 48% dos provadores responderam que não tem hábito de consumo.

Tabela 12 – Perfil dos provadores que participaram da análise sensorial das formulações de barra proteica sabor natural, café e baunilha

(continua)

Perfil do provador			
Sexo	N	%	
Masculino	29	48,33	
Feminino	31	51,67	
Outro	0	0,00	
Faixa etária			
18 a 20 anos	23	38,33	
21 a 30 anos	9	15,00	
31 a 40 anos	9	15,00	
41 a 50 anos	9	15,00	
acima de 50 anos	10	16,67	
Escolaridade			
Ensino Médio Completo	23	38,33	
Ensino Superior Incompleto	22	36,67	
Ensino Superior Completo	7	11,67	
Mestrado	4	6,67	
Doutorado	4	6,67	
Hábitos alimentares			
Você é vegetariano ou vegano?			
Sim	2	3,33	
Não	58	96,66	
Você tem o costume de comer barra proteica?			
Sim	30	50	
Não	30	50	
Você já comeu barra de proteína SOMENTE de origem vegetal?			
Sim	14	23,33	
Não	16	26,66	
Talvez	30	29,4	
Em que momento você consome barra proteica?			
Lanche	21	35	
Refeição	0	0	
Dieta	1	1,66	
Pós-treino	5	8,33	
Raramente	16	26,66	

Tabela 12 – Perfil dos provadores que participaram da análise sensorial das formulações de barra proteica sabor natural, café e baunilha

		(conclusão)	
Perfil do provador			
Em que momento você consome barra proteica?		N	%
Nunca		17	28,33
Por que você consome barra proteica?			
Hábito		5	8,33
Preferência		3	5
É saudável		8	13,33
Para aumentar a proteína da dieta		13	21,66
Não tenho hábito		29	48,33
Outro		2	3,33

Fonte: Autor (2024).

5.4.2 Teste de aceitação e intenção de compra

Os resultados da aceitação sensorial das diferentes formulações de barra proteica sabor natural, café e baunilha podem ser visualizados na Tabela 13.

Os produtos formulados apresentaram boa aceitação sensorial, uma vez que as notas variaram, majoritariamente, entre as médias de “gostei pouco” a “gostei” (escores “6” e “7”). A aceitação global e aparência não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre si ($p > 0,05$), porém, a formulação de barra proteica sabor baunilha (BPB) apresentou notas superiores nos atributos de aceitação global e aparência.

Tabela 13 - Aceitação dos atributos sensoriais das formulações de barra proteica sabor natural, café e baunilha

Formulação	Aceitação global	Aparência	Aroma	Sabor	Textura
BPN	6,60 ± 1,6a	6,90 ± 1,3a	6,12 ± 1,4b	6,17 ± 1,8b	6,40 ± 1,6b
BPC	6,47 ± 1,6a	6,78 ± 1,3a	7,07 ± 1,4a	5,83 ± 1,9b	6,42 ± 1,5ab
BPB	7,10 ± 1,3a	7,13 ± 1,2a	6,93 ± 1,4a	7,00 ± 1,6a	7,07 ± 1,3a

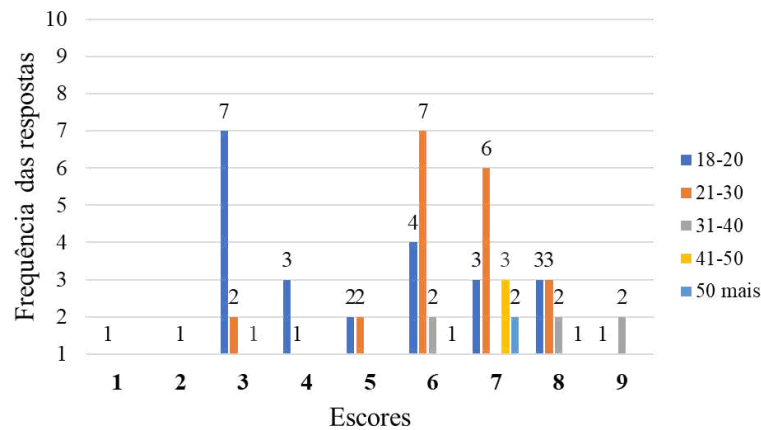
Média ± desvio padrão amostral. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). BPN: barra proteica sabor natural; BPC: barra proteica sabor café; BPB: barra proteica sabor baunilha.

Fonte: Autor (2024).

Para o atributo sabor, a formulação que utilizou café (BPC) apresentou o menor valor (5,83) desse parâmetro, porém, não apresentou diferença estatisticamente significativa da formulação de barra proteica natural (BPN). Esse resultado pode estar correlacionado com o perfil de faixa etária dos provadores, onde indivíduos entre 18 a 20 anos correspondem a 38%

do número de participantes da pesquisa. Após estratificar os dados da frequência das respostas por faixa etária do atributo sabor, foi possível verificar (Figura 17) que este obteve maior frequência (52%) entre os escores “3”, “4” e “5” (“desgostei”, “desgostei pouco” e “nem gostei nem desgostei”, respectivamente).

Figura 17 - Aceitação do atributo sabor categorizado por frequência de pontos por faixa-etária da barra proteica sabor café



Escores: 1 (“desgostei muitíssimo”); 2 (“desgostei muito”); 3 (“desgostei”); 4 (“desgostei pouco”); 5 (“nem gostei nem desgostei”); 6 (“gostei pouco”); 7 (“gostei”); 8 (“gostei muito”); 9 (“gostei muitíssimo”).

Fonte: Autor (2024).

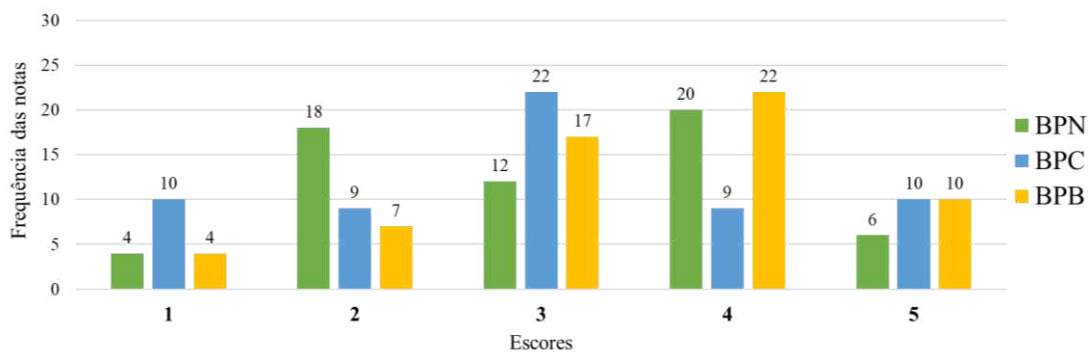
Os motivos da preferência ao sabor e aroma de café pode estar relacionado a diversas variáveis e percepções. Em estudos relacionados ao consumo de café no Brasil, Sousa et al. (2016) constataram que os participantes avaliados apresentaram maior probabilidade de consumir café em idade mais avançada, sendo o principal motivo para não consumo de café foi não gostar do sabor e/ou aroma do café. Arruda et al. (2009), também revelaram em seus estudos que a predominância de avaliadores não consumidores de café se encontra em faixa etária abaixo de 30 anos, demonstrando que os consumidores jovens se mostram mais resistentes ao consumo de café. O aspecto principal para não consumir café foi o fato de não gostarem do sabor, sendo o gosto amargo apontado como atributo de sabor de avaliação negativa. Ainda na mesma pesquisa, constataram que embora os provadores não consumirem café, eles apreciavam atributos isolados como o aroma, sendo este o atributo citado de forma positiva no café (ARRUDA et al., 2009). Esse achado pode explicar a boa aceitação do atributo aroma na formulação de barra proteica sabor café (BPC), na qual teve a melhor média (“gostei”) nesse parâmetro entre as demais formulações, porém não apresentou diferença estatisticamente

significativa ($p > 0,05$) comparado a formulação sabor baunilha (BPB). O atributo de textura obteve a pontuação mais alta na formulação sabor baunilha (7,07), não apresentando diferenças estatisticamente significativas em comparação com a formulação de barra proteica sabor café.

Em relação ao cálculo do índice de aceitabilidade, os resultados demonstraram que todas as formulações atingiram o percentual mínimo de 70% nos atributos de aceitação global, aparência e textura, variando entre 71,11 - 79,26%. Nos atributos restantes (aroma e sabor), o percentual mínimo de 70% foi atingido apenas nas formulações BPC (78,52%) e BPB (77%) em relação ao aroma. Tratando-se do atributo sabor, apenas a formulação com baunilha atingiu o índice mínimo (77,78%).

Quanto à intenção de compra (Figura 18), 53% dos provadores apresentaram respostas ancoradas nos escores “4” e “5” (“provavelmente compraria” e “certamente compraria”) para a formulação BPB. Por sua vez, BPC apresentou maior frequência de respostas no escore “3” (“talvez compraria, talvez não compraria”), representando 31% das notas) e BPN, apresentou maior frequência de respostas no escore “4” (“provavelmente compraria”), porém, apresentou uma concentração de notas no escore 2 (“provavelmente não compraria”).

Figura 18 - Intenção de compra das formulações de barra proteica sabor natural, café e baunilha



Escores: “1” (“certamente não compraria”); “2” (“provavelmente não compraria”); “3” (“talvez compraria, talvez não compraria”); “4” (“provavelmente compraria”) e “5” (“certamente compraria”). BPN: barra proteica sabor natural; BPC: barra proteica sabor café; BPB: barra proteica sabor baunilha.

Fonte: Autor (2024).

A formulação que mais se destacou no teste de aceitação sensorial foi a formulação de barra de proteína com aroma de baunilha, uma vez que ela ganhou maior destaque tanto no teste de aceitação dos atributos, índice de aceitabilidade e intenção de compra. Porém, a fim de compreender a aceitação sensorial dos produtos em um público mais específico, que de fato

conhece e consome barra proteica, um novo teste sensorial foi realizado, conforme descrito abaixo.

5.4.3 II Check-All-That-Apply (CATA)

Na Tabela 14 pode-se observar a frequência relativa de descrição de cada atributo sensorial avaliado, bem como os resultados da aplicação do teste de Cochran Q.

Dos 24 atributos analisados no CATA, apenas 9 termos não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$): “uniforme”, “homogênea”, “brilhosa”, “arenosa”, “aroma ácido”, “aroma vegetal”, “sabor doce”, “sabor ácido” e “gosto residual adstringente”, os demais divergiram estatisticamente, sugerindo que as três amostras não eram semelhantes para a maioria dos termos avaliados. Os termos mais citados e que descreveram as formulações foram “uniforme”, “homogênea”, “sabor característico de amêndoa de caju”, “sabor doce” e “macia”. Desse modo, estas foram consideradas as principais características percebidas pelos provadores para as três formulações. Já os atributos que menos descreveram as formulações foram “aroma ácido”, “aroma vegetal”, “gosto ácido” e “gosto residual adstringente”, sendo, portanto, atributos menos presentes nas amostras de acordo com os consumidores.

Comparando as formulações observa-se, que a Formulação sabor natural (BPN) e sabor café (BPC) mostraram maior número de diferença significativa entre si, sendo os atributos “cor amarela”, “aroma característico de amêndoa de castanha de caju”, “sabor característico de amêndoa de castanha de caju”, em que essas características foram mais relacionadas à Formulação BPN e os descritores “cor marrom”, “aroma café”, “sabor café”, “gosto residual café”, “quebradiço” e “gosto residual amargo” foram características mais relacionadas a Formulação BPC, destacando-se o “gosto residual amargo” que demonstrou maior média entre as formulações, estando possivelmente correlacionada a menor aceitação sensorial (escala hedônica) no atributo sabor, evidenciando diferença estatística significante, uma vez que o sabor amargo pode influenciar na aceitação de barras proteicas (PINTO et al., 2017).

Por sua vez, a Formulação sabor baunilha (BPB) foi mais relacionada aos atributos “macia”, “aroma baunilha”, “sabor baunilha”, “gosto residual baunilha” e menor frequência para “gosto residual amargo”, diferindo estatisticamente ($p \leq 0,05$) das formulações BPN e BPC. Evidenciando assim a frequência na percepção da adição de aromas característicos usados como ingredientes nas barras proteicas, com objetivo de aumentar a aceitação sensorial.

Tabela 14 - Frequência de atribuição dos descritores do II Check-All-That-Apply (CATA) utilizando o teste Cochran Q para comparação entre as formulações de barra proteica de TPD de amêndoa de castanha de caju

Atributos	Formulações			p-valores
	BPN	BPC	BPB	
Uniforme	0.867 a	0.800 a	0.850 a	0,338
Homogênea	0.750 a	0.650 a	0.783 a	0,031
Brilhosa	0.583 a	0.583 a	0.633 a	0,607
Cor amarela	0.900 b	0.533 a	0.783 b	<0.0001
Cor marrom	0.617 a	0.833 b	0.567 a	<0.0001
Aroma doce	0.633 b	0.450 a	0.683 b	0,002
Aroma característico de amêndoa de caju	0.700 b	0.517 a	0.667 ab	0,019
Aroma ácido	0.417 a	0.367 a	0.383 a	0,417
Aroma vegetal	0.517 a	0.417 a	0.433 a	0,127
Aroma de baunilha	0.450 a	0.383 a	0.683 b	<0.0001
Aroma de café	0.333 a	0.900 b	0.367 a	<0.0001
Sabor doce	0.750 a	0.617 a	0.750 a	0,023
Sabor característico de amêndoa de caju	0.850 b	0.633 a	0.717 ab	0,003
Sabor ácido	0.567 a	0.533 a	0.450 a	0,156
Sabor de baunilha	0.467 ab	0.367 a	0.600 b	0,001
Sabor de café	0.333 a	0.900 b	0.317 a	<0.0001
Macia	0.683 a	0.667 a	0.867 b	0,002
Quebradiça	0.717 ab	0.733 b	0.583 a	0,036
Arenosa	0.600 a	0.617 a	0.550 a	0,504
Gosto residual doce	0.617 ab	0.517 a	0.700 b	0,026
Gosto residual amargo	0.583 ab	0.683 b	0.433 a	0,001
Gosto residual adstringente	0.583 a	0.467 a	0.550 a	0,115
Gosto residual de baunilha	0.383 a	0.333 a	0.600 b	<0.0001
Gosto residual de café	0.300 a	0.817 b	0.350 a	<0.0001

Médias com letras iguais, em mesma linha, não diferem entre si ao nível de 5% de significância para o teste Cochran Q. BPN: barra proteica sabor natural; BPC: barra proteica sabor café; BPB: barra proteica sabor baunilha. Fonte: Autor (2024).

Observando a gráfico biplot (Figura 19) para o teste II CATA, 100% dos dados estão explicados em DIM1, é possível observar os descritores mais associados a cada amostra. A Formulação BPN então obteve maior frequência nos atributos “sabor característico de amêndoa de caju” e “cor amarela”, levando em consideração que são características intrínsecas da matéria-prima, vale destacar as que apresentou atributos “gosto residual amargo” e “quebradiço”, estes descritores podem ter influenciado no escore da aceitação do sabor e da textura quando comparados às demais amostras, mesmo apresentando característica de “sabor doce”.

Pinto et al. (2017), Pinto et al. (2019) e Jovanov et al. (2021) evidenciaram em seus estudos que a aceitação de barras proteicas foi reduzida devido à presença de ingredientes com matérias-primas que conferem sabor amargo. Eles destacaram que os provadores preferiram produtos com sabores doces, textura equilibrada e de fácil mastigação.

Em relação a formulação BPC os provadores conseguiram identificar a presença de características que descrevem o café como aroma e sabor de café, também é notório que a coloração marrom é uma característica visual predominante na amostra, podendo ter sido um dos fatores que influenciou na nota no teste de aceitação (escala hedônica) da aparência do produto, uma vez que apresentou menor média neste atributo, porém não demonstrando diferença significativa ($p > 0,05$) das demais formulações.

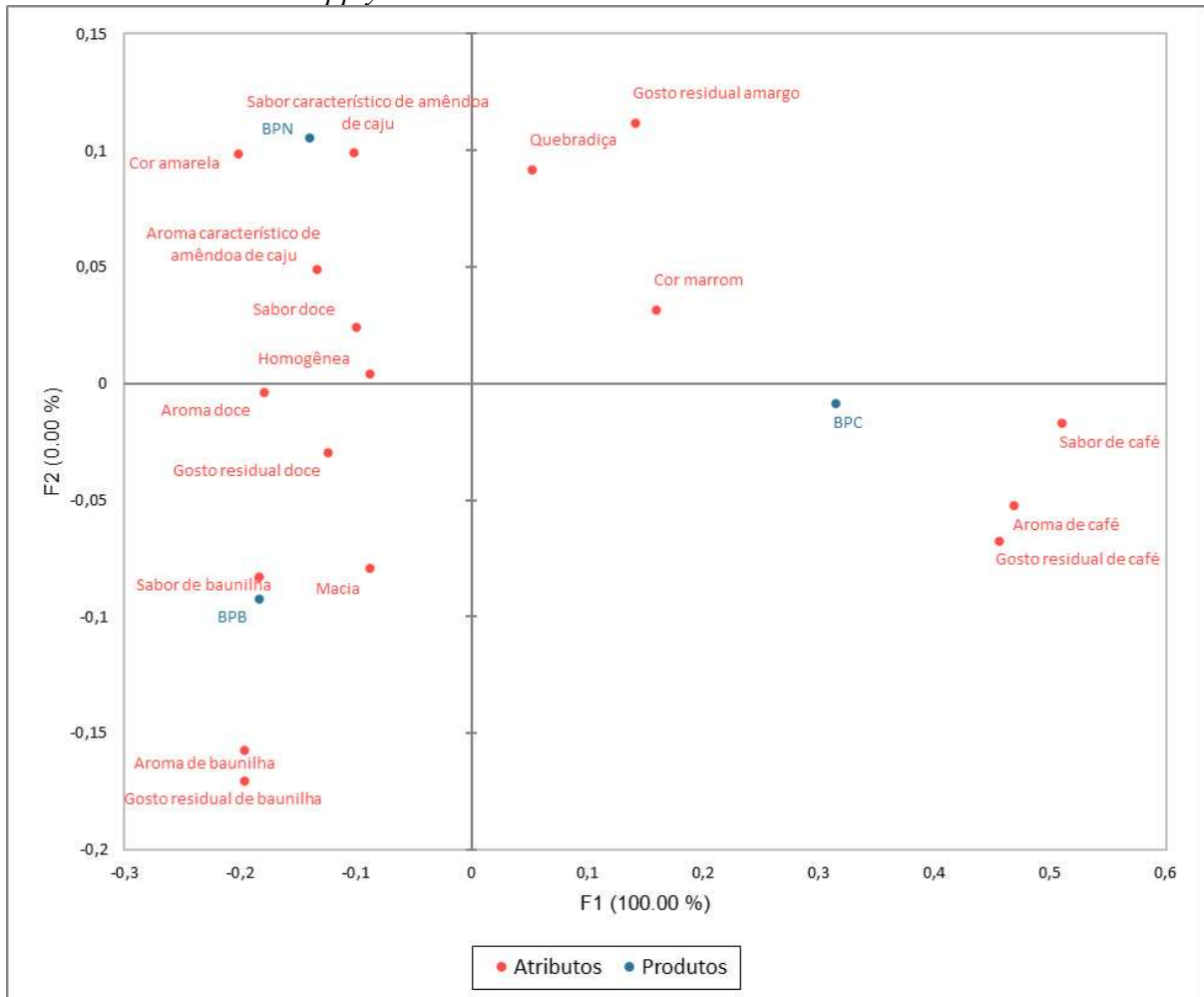
Na formulação BPB os descritores mais associados foram “sabor de baunilha”, “macia” e “gosto residual doce”. A correlação entre esses descritores e a maior aceitação sensorial nos atributos: sabor e textura, notada com o emprego do aroma de baunilha na formulação pode ser justificada por essas percepções, onde esses dois atributos são os que tiveram um impacto significativamente positivo ($p \leq 0,05$) na aceitabilidade do provador, em comparação as outras formulações.

Considerando que a doçura das barras proteicas está relacionada com uma melhor aceitação sensorial, conforme mencionado anteriormente, pesquisas indicam que as interações intermodais entre sabor e aroma, no uso do aroma de baunilha, podem influenciar significativamente a percepção do sabor doce nos alimentos. Isso contribui para a melhor aceitação desse atributo sem a necessidade de aumentar o teor de açúcar nas formulações de novos produtos desenvolvidos (OLIVEIRA et al., 2021; VELÁZQUEZ et al., 2020).

Essas características, provavelmente, influenciaram nas notas superiores indicadas no teste de aceitação (escala hedônica) para os atributos sabor e textura no qual justifica a diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) desta amostra com as demais formulações, onde

apresentou médias na escala do “gostei” (Tabela 13).

Figura 19 - Análise de componentes principais a partir dos descritores sensoriais obtidos no teste II *Check-All-That-Apply*



BPN: barra proteica sabor natural; BPC: barra proteica sabor café; BPB: barra proteica sabor baunilha.
Fonte: Autor (2024).

5.5 Análise sensorial das formulações de barra proteica com sabor natural, café e baunilha: praticantes de atividades físicas de uma academia particular de Fortaleza-CE

Para esta análise sensorial, foram recrutados provadores que eram praticantes de atividades físicas de uma academia particular de Fortaleza - CE. As três formulações com diferentes sabores (natural, baunilha e café) foram então novamente testadas.

5.5.1 Provadores

Os provadores foram recrutados entre alunos praticantes de alguma modalidade de atividade física e frequentadores do estabelecimento, que tinham algum conhecimento prévio sobre barra proteica (tendo hábito ou não de consumo). O perfil dos participantes é descrito na Tabela 15. A avaliação sociodemográfica mostrou que a maior parte dos participantes eram do sexo feminino (66%), a maioria dos avaliados tinham idade entre 41-50 anos (37%) e mais da metade (59%) dos voluntários relataram ter ensino superior (graduação). Entre os provadores, 100% afirmaram não serem veganos ou vegetarianos, 98% afirmaram que já conheciam e já consumiram barra proteica e mais 49% afirmaram que tem o costume de comer barra proteica. O total de 41% dos participantes afirmou que consomem barra proteica mais como lanche e quando perguntados do porquê de consumir barra proteica a maioria sendo 34% responderam que não tem hábito de consumo.

Tabela 15 – Perfil dos provadores das formulações de barra proteica sabor natural, café e baunilha em uma academia particular de Fortaleza – CE

(continua)		
Perfil do provador		
Sexo	N	%
Masculino	34	34
Feminino	66	66
Outro	0	0
Faixa etária		
18 a 20 anos	3	3
21 a 30 anos	16	16
31 a 40 anos	24	24
41 a 50 anos	37	37
acima de 50 anos	20	20
Escolaridade		
Ensino Médio Completo	19	19
Ensino Superior Graduação	59	59
Pós-graduação	22	22
Hábitos alimentares		
Você é vegetariano ou vegano?		
Sim	0	0
Não	100	100
Você conhece e já consumiu barra proteica?		
Sim	98	98
Não	2	2
Você tem o costume de comer barra proteica?		
Sim	49	49
Não	51	51
Em que momento você consome barra proteica?		
Lanche	41	41
Refeição	2	2

Tabela 15 – Perfil dos provadores das formulações de barra proteica sabor natural, café e baunilha em uma academia particular de Fortaleza – CE

(conclusão)		
Perfil do provador		
Em que momento você consome barra proteica?	N	%
Dieta	5	5
Pós-treino	12	12
Raramente	34	34
Nunca	6	60
Por que você consome barra proteica?		
Hábito	2	2
Preferência	8	8
É saudável	27	27
Para aumentar a proteína da dieta	29	29
Não tenho hábito	34	34

Fonte: Autor (2024).

5.5.2 Teste de aceitação e intenção de compra

As respostas obtidas na análise sensorial, realizada com 100 provadores, são apresentadas na Tabela 16. Observa-se que as formulações sabor café e baunilha, apresentaram médias superiores a “6” (faixa de aceitação sensorial), em todos os atributos avaliados. A formulação sabor natural apresentou média “5” (“nem gostei nem desgostei”) nos atributos aroma e sabor, evidenciando faixa de indecisão sensorial entre os provadores.

Avaliando separadamente os atributos pesquisados, todas as formulações obtiveram média na faixa de aceitação. Para aceitação global, a formulação BPB pontuou a maior média, enquanto a BPN apresentou a menor média, sendo estatisticamente diferentes entre si. Por sua vez, a formulação BPC não apresentou diferença estatística quando comparada as demais formulações.

Tabela 16 - Aceitação dos atributos sensoriais das formulações de barra proteica sabor natural, café e baunilha em uma academia particular de Fortaleza - CE

Tratamento	Aceitação global	Aparência	Aroma	Sabor	Textura
BPN	6,34 ± 1,7b	6,79 ± 1,3a	5,97 ± 1,8b	5,94 ± 1,8b	6,45 ± 1,5a
BPC	6,60 ± 1,5ab	6,85 ± 1,4a	7,05 ± 1,5a	6,40 ± 1,9ab	6,66 ± 1,7a
BPB	6,96 ± 1,7a	6,98 ± 1,4a	6,90 ± 1,2a	6,62 ± 1,5a	6,74 ± 1,6a

Média ± desvio padrão amostral. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). BPN: barra proteica sabor natural; BPC: barra proteica sabor café; BPB: barra proteica sabor baunilha.

Fonte: Autor (2024).

Os atributos aparência e textura não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre as formulações ($p > 0,05$). Pesquisas abordando a produção de alimentos com base em proteínas de vegetais oleaginosos como seus componentes principais, como barras proteicas, biscoitos e hambúrgueres, demonstram médias semelhantes na aceitação global escore “6”, evidenciando uma tendência positiva de apreciação sensorial desses produtos pelos consumidores avaliados (ALJALOUDI et al., 2024; DAUDA et al., 2018; LIMA et al., 2021a).

Para o atributo aroma, a formulação de barra proteica saborizada com café (BPC) e saborizada com baunilha (BPB) diferiram estatisticamente ($p < 0,05$) da barra proteica sabor natural (BPN). Lara et al. (2019), ao explorarem o desenvolvimento de barras alimentícias funcionais de base vegetal, suplementadas com diversas concentrações de café, alcançaram resultados semelhantes à média obtida nesta pesquisa (7,0), enfatizando a boa aceitação do aroma nos produtos que incorporavam o café, conforme refletido na faixa de aceitação da escala hedônica (“gostei”).

Por fim, com relação ao atributo sabor, a formulação de BPN obteve menor média entre as formulações, não diferindo significativamente ($p > 0,05$) da formulação BPC. A formulação de BPB obteve maior média e apresentou diferença estatística da BPN.

Em comparação com a análise sensorial realizada com público diverso, avaliando também os diferentes sabores (natural, café, baunilha) das barras proteicas (tópico 5.4 deste trabalho), pode-se observar diferenças nas médias dos atributos, porém não prejudicando o grau de faixa de aceitação dos produtos.

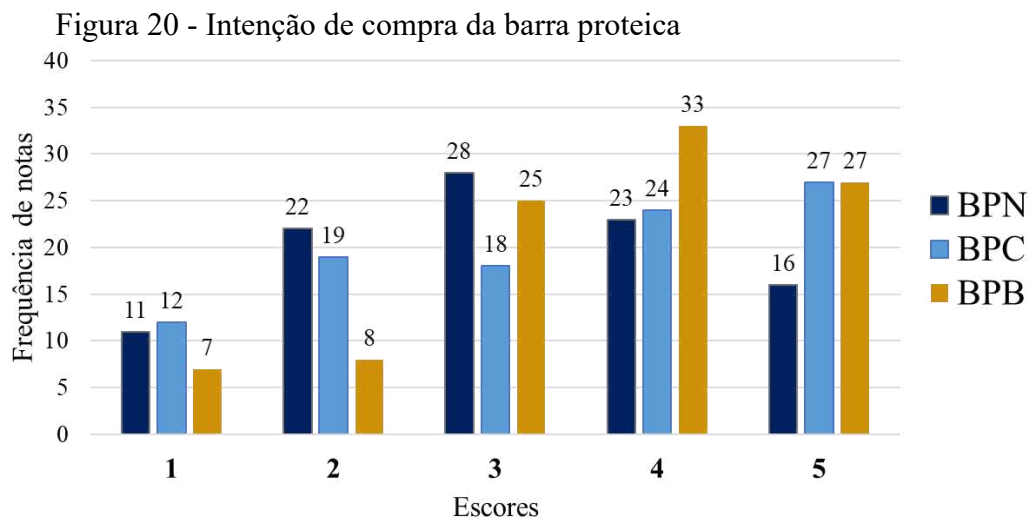
Fatores sociodemográficos, como gênero, faixa etária e educação, podem desempenhar um papel significativo na determinação da receptividade aos alimentos funcionais. Segundo Thakur et al., (2022) ao investigar o efeito de afirmações positivas (alegações) nas propriedades sensoriais, respostas emocionais e na aceitabilidade do consumidor em barras proteicas, sugeriram que não houve efeito das alegações de saúde na aceitabilidade das barras de proteína pelos provadores. Os autores observaram que a maior influência dos resultados estava relacionada ao produto oferecido, sendo que os participantes deram mais importância aos atributos sensoriais das barras de proteína do que às alegações de saúde associadas a elas. Sugeriram também que indivíduos com faixa-etária de 35 anos ou mais podem demonstrar um maior interesse por informações envolvendo à saúde e maior motivação para escolher produtos alimentícios que apresentam alegações de benefícios à saúde em comparação com grupos etários mais jovens (THAKUR et al., 2022).

Por outro lado, Pinto et al. (2019) concluem que as alegações de saúde conseguem

umentar sua popularidade entre os consumidores, pois isso faz com que eles se sintam mais inclinados a fazer escolhas saudáveis, contribuindo para melhor aceitação. Na pesquisa, descobriu-se que fatores como a embalagem, o preço e o sabor foram os determinantes na intenção de compra das barras alimentícias analisadas.

O cálculo do índice de aceitabilidade demonstrou que todas as formulações nos atributos de aceitação global, aparência e textura, atingiram o percentual de 70%, sendo considerados dentro da faixa de aceitação. Nos atributos de aroma e sabor, o percentual mínimo de 70% foi atingido apenas nas formulações de barra proteica sabor café e baunilha. Apenas a formulação de barra proteica sabor natural não atingiu o índice mínimo para aceitação (70%) para estes atributos.

Quanto à intenção de compra (Figura 20), a formulação de barra proteica sabor baunilha obteve os maiores números de respostas ancoradas nos escores “4” e “5” (“provavelmente compraria e certamente compraria”), indicando que 60% dos provadores teriam intenção de comprar essa formulação. A formulação de barra proteica sabor café apresentou maior frequência de respostas nos escores “4” e “5” (“provavelmente compraria” e “certamente compraria”) apresentando 51% de aprovação dos provadores. Por fim, a formulação da barra proteica sabor natural apresentou maior frequência de respostas no escore “3” (“talvez compraria, talvez não compraria”), mas também apresentou uma concentração de notas nos escores “4” e “5” (“provavelmente compraria” e “certamente compraria”), indicando que 39% dos provadores avaliados estão na faixa de aceitação de compra.



Escores: 1 (certamente não compraria); 2 (provavelmente não compraria); 3 (talvez compraria, talvez não compraria); 4 (provavelmente compraria) e 5 (certamente compraria). BPN: barra proteica sabor natural; BPC: barra proteica sabor café; BPB: barra proteica sabor baunilha.

Fonte: Autor (2024).

5.5.3 III Check-All-That-Apply (CATA)

Na Tabela 17 estão apresentados os resultados do teste CATA com cada atributo utilizado na descrição das três amostras de barra proteica de TPD e concentrado de yacon, bem como os resultados da aplicação do teste de Cochran Q.

Dos 20 termos analisados no CATA, doze apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$) sendo eles: “uniforme”, “cor amarela”, “cor marrom”, “aroma característico de amêndoa de castanha de caju”, “aroma baunilha”, “aroma café”, “aroma doce”, “aroma vegetal”, “sabor característico de amêndoa de castanha de caju”, “sabor café”, “sabor baunilha” e “sabor doce” indicando que as três amostras não foram percebidas como semelhantes na maioria dos termos avaliados. Os termos mais frequentes mencionados para descrever as formulações foram “macia”, “cor amarela”, “sabor característico de amêndoa de caju”, “uniforme” e “homogênea” sendo essas características mais perceptíveis pelos provadores para as três formulações. Por outro lado, os atributos menos mencionados para descrever as formulações foram “aroma ácido”, “gosto ácido”, “brilhosa”, “aroma doce”, “gosto residual amargo” e “gosto residual adstringente”, indicando que esses aspectos foram menos percebidos nas amostras conforme avaliado pelos provadores.

Tabela 17 – Frequência do III *check-all-that-apply* (CATA) utilizando o teste Cochran Q para comparação entre formulações de barra proteica de TPD de amêndoa de castanha de caju (continua)

Atributos	Formulações			p-valores
	BPN	BPC	BPB	
Uniforme	0,380 ab	0,330 a	0,460 b	0,034
Homogênea	0,310 a	0,290 a	0,350 a	0,405
Brilhosa	0,080 a	0,070 a	0,100 a	0,584
Cor Amarela	0,670 b	0,100 a	0,610 b	<0,0001
Cor marrom	0,060 a	0,790 b	0,070 a	<0,0001
Aroma característico de amêndoa de castanha de caju	0,320 b	0,140 a	0,200 ab	0,005
Aroma ácido	0 a	0 a	0,030 a	0,050
Aroma café	0,040 a	0,740 b	0,010 a	<0,0001
Aroma baunilha	0,090 a	0,020 a	0,360 b	<0,0001

Tabela 17 – Frequência do III *check-all-that-apply* (CATA) utilizando o teste Cochran Q para comparação entre formulações de barra proteica de TPD de amêndoa de castanha de caju (conclusão)

Atributos	Formulações			p-valores
	BPN	BPC	BPB	
Aroma doce	0,080 a	0,030 a	0,170 b	0,001
Aroma vegetal	0,320 b	0,060 a	0,160 a	<0,0001
Sabor característico de amêndoa de castanha de caju	0,540 b	0,250 a	0,430 b	<0,0001
Sabor ácido	0,070 a	0,010 a	0,060 a	0,076
Sabor de café	0,050 a	0,750 b	0,030 a	<0,0001
Sabor de baunilha	0,150 a	0,040 a	0,490 b	<0,0001
Sabor doce	0,270 b	0,120 a	0,370 b	<0,0001
Macia	0,430 a	0,420 a	0,430 a	0,970
Arenosa	0,320 a	0,270 a	0,240 a	0,141
Quebradiça	0,150 a	0,160 a	0,090 a	0,104
Gosto residual adstringente	0,130 a	0,110 a	0,110 a	0,846
Gosto residual amargo	0,100 ab	0,180 b	0,060 a	0,024

Médias com letras iguais, em mesma linha, não diferem entre si ao nível de 5% de significância para o teste Cochran Q. BPN = barra proteica sabor natural; BPC = barra proteica sabor café; BPB = barra proteica sabor baunilha.

Fonte: Autor (2024).

Entre as formulações pode-se observar a mesma similaridade da frequência dos termos utilizados no teste II CATA citada na seção 5.4.3 realizada com público geral e número amostral de provadores menor, investigando formulações idênticas a esse teste. Os termos que obtiveram divergências entre as duas análises foram o “uniforme”, “macia”, “quebradiça” e “aroma vegetal”, onde “uniforme” apresentou diferença estatística significativa obtendo maior média na formulação sabor baunilha (BPB), este na análise CATA anterior não apresentou diferença significativa entre as formulações.

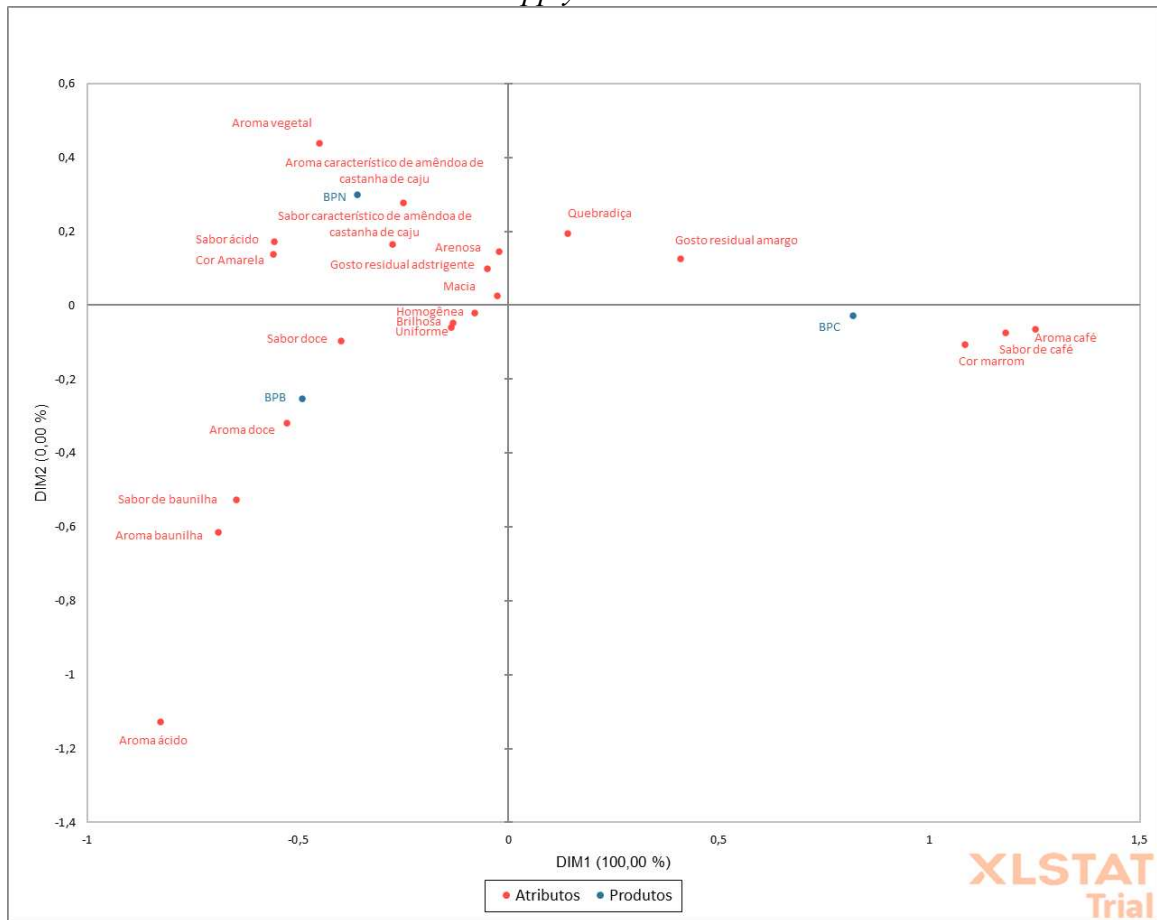
Apresentou-se também maior média para o descritor “macia” na formulação BPB e menor média para o atributo “quebradiço” para mesma formulação, porém não exibiram diferença significativa entre as demais formulações com diferentes aromas. Anteriormente estes termos apresentaram resultados semelhantes, mas com diferença significativa entre as amostras. Embora essas diferenças não tenham interferido na aceitação hedônica da barra proteica, principalmente em relação ao atributo textura, pode-se notar uma redução da média (6,74)

referente a formulação BPB em comparação a análise realizada anteriormente com média de 7,07.

Tratando-se do descritor “aroma vegetal”, a presente análise demonstrou semelhante resultado ao teste II CATA (seção 5.4.3) obtendo maior valor de média na formulação de sabor natural (BPN), porém apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre as formulações. Este resultado sugere que a menor média na aceitação (escala hedônica) do atributo aroma, registrando 5,97 e situando-se na zona de indecisão (nem gostei nem desgostei), pode estar correlacionado ao aroma característico do isolado de ervilha, demonstrando uma menor aceitação sensorial, como observado anteriormente nesse estudo.

A frequência de percepção dos termos correspondeu a essência dos aromas utilizados como ingredientes nas formulações, apresentando diferença significativa entre si. A formulação BPN apresentou maior frequência para os termos “cor amarela”, “aroma característico de amêndoa de castanha de caju”, “aroma vegetal” e “sabor característico de amêndoa de castanha de caju”. Pode-se observar que a formulação BPC demonstrou as maiores médias para os termos “cor marrom”, “sabor de café”, “gosto residual amargo” e “aroma café” sendo este relacionado a melhor aceitação sensorial no atributo aroma obtendo melhor valor de média na escala hedônica. Já a formulação BPB evidenciou maior frequência para “aroma baunilha”, “aroma doce”, “sabor baunilha” e “sabor doce”. E menor média para “gosto residual amargo” apresentando diferença significativa ($p < 0,05$).

Figura 21 - Análise de coordenadas principais a partir dos descritores sensoriais obtidos no teste III *Check-All-That-Apply*



BPN: barra proteica sabor natural; BPC: barra proteica sabor café; BPB: barra proteica sabor baunilha.
Fonte: Autor (2024).

Ao analisar o gráfico biplot (Figura 21) do teste III CATA, observa-se que 100% dos dados são explicados pela DIM1, permitindo a identificação dos descritores mais correlacionados as amostras. A Formulação BPN apresentou maior associação nos atributos como “sabor característico de amêndoa de caju”, “sabor ácido”, “cor amarela”, “gosto residual adstringente”, “aroma característico de amêndoa de castanha de caju”, “macia”, “arenosa”, “quebradiça” e “gosto residual amargo”. Na Formulação BPC, os descritores mais citados foram “sabor de café”, “aroma de café”, “cor marrom”, “gosto residual amargo” e “quebradiça”. Já na Formulação BPB, os termos predominantes foram “sabor doce”, “sabor de baunilha”, “aroma doce”, “aroma de baunilha”, “brilhante”, “uniforme” e “homogênea”.

Ao analisarmos os resultados das análises de componentes principais dos testes CATA II e III, observamos resultados semelhantes que confirmam com os descritores identificados pelos provadores para cada formulação, indicando uma coerência sensorial entre

ambos os testes. Isso sugere que os ensaios foram complementares em seus objetivos.

Por fim, após a finalização das três análises sensoriais realizadas, uma caracterização mais completa da barra proteica foi realizada somente com a barra proteica natural, uma vez que a adição de sabor café ou baunilha afetaria pouco ou até mesmo não afetaria nas características a seguir determinadas, como perfil mineral, perfil de aminoácidos e digestibilidade proteica.

5.6 Perfil mineral da barra proteica

Assim como mencionado no item 5.5, a composição mineral da barra proteica natural foi analisada e o resultado está apresentado na Tabela 18.

Tabela 18 - Resultados do perfil mineral da barra proteica natural

Minerais (mg/100g)	Barra proteica natural
Fósforo	488 ± 0,11
Potássio	595 ± 0,10
Cálcio	52 ± 0,0
Magnésio	182 ± 0,4
Enxofre	223 ± 0,04
Sódio	0,155 ± 0,01
Cobre	1,66 ± 0,54
Ferro	8,86 ± 3,36
Zinco	5,78 ± 2,38
Manganês	1,26 ± 0,54

Fonte: Autor (2024).

Os resultados obtidos na análise do perfil mineral revelaram que a barra proteica possui o potássio como o macromineral predominante, seguido por fósforo, enxofre e magnésio. Estudos de perfil de minerais envolvendo a amêndoa da castanha do caju (integral), sendo essa matéria-prima principal usada nas formulações, mostram semelhança em relação aos elementos que tiveram maior concentração na amêndoa, constituindo os teores de potássio, fósforo e magnésio, respectivamente em ordem decrescente (APAYDđN et al., 2024; RICO; BULLÓ; SALAS-SALVADÓ, 2015).

De acordo com Casas-Agustench et al. (2011), a presença dos principais minerais como potássio, magnésio e cálcio nas nozes pode desempenhar um papel significativo na regulação da pressão arterial quando integradas à dieta. Isso resulta nos benefícios associados aos nutrientes desses minerais, promovendo assim mais saúde. No entanto, outros autores destacam a importância de obter evidências adicionais para consolidar mais respaldos sobre o impacto do consumo de nozes na pressão arterial (HOUSTON et al., 2023).

O fósforo está envolvido em variadas funções bioquímicas e fisiológicas, exercendo importante papel no metabolismo energético dos macronutrientes, nas funções neurológicas e musculares, nos processos de mineralização (dentes e ossos), homeostase do cálcio e regulação do pH sanguíneo (equilíbrio acidobásico) (REIS; CALIXTO-LIMA, 2015).

Os minerais são elementos com funções que desempenham um papel essencial na manutenção da homeostase no organismo, agindo tanto na forma iônica quanto na orgânica, fazendo parte da constituição de hormônios, enzimas e proteínas (WEYH et al., 2022). A disponibilidade de alimentos que sejam ricos em minerais é fundamental para promover o bem-estar e a saúde, pois alcançar um equilíbrio nutricional ideal requer não apenas o consumo de energia suficiente, mas também a garantia de uma ingestão adequada de micronutrientes (REIS; CALIXTO-LIMA, 2015). Os minerais são categorizados conforme as diretrizes dietéticas sugeridas por diversos órgãos/instituições, onde de forma geral visam atender às necessidades fisiológicas do indivíduo/população saudável e prevenir sintomas de deficiência (CUPPARI, 2020). Eles são divididos em macrominerais, que são necessários em quantidades superiores a 100 mg por dia, incluindo cálcio, fósforo, magnésio e potássio. Microminerais, por sua vez, são elementos que requerem pequenas quantidades para o funcionamento normal do organismo, sendo os principais: zinco, ferro, manganês e cobre entre outros (GHARIBZAHEDI; JAFARI, 2017).

Quanto aos microminerais, foram encontrados teores de ferro, cobre, zinco e manganês, sendo o ferro disponível em maior concentração, seguido pelo zinco e cobre. O ferro é um elemento essencial para todas as células do corpo humano, desempenhando papéis vitais em diversas proteínas, incluindo hemoglobina, sendo responsável pelo transporte de oxigênio (HUANG *et al.*, 2024).

A ingestão diária recomendada (IDR) para adultos, segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2005), para os macronutrientes P, Ca, Mg são 700 mg/dia, 1000 mg/dia, e 260 mg/dia, respectivamente. Para Fe, Mn, Cu e Zn a ingestão diária mínima é de 14 mg/dia, 2,3 mg/dia, 900 µg/dia e 7 mg/dia, respectivamente. O Instituto de Medicina estima a

ingestão adequada (AI) de potássio para adultos em 4,7 g/dia (CUPPARI, 2020).

A barra proteica, considerando uma porção de 40 g, apresentou teor estipulado de potássio 238 mg, fósforo 195,2 mg, magnésio 72,8 mg, cálcio 20,8 mg, enxofre 89,2 mg, ferro 3,5 mg, zinco 2,3 mg, manganês 0,5 mg e cobre 664 µg. Levando em consideração os valores em percentual que a barra proteica de 40 g pode fornecer desses minerais em relação as necessidades diárias, destacaram-se: fósforo 27%, magnésio 17%, ferro 25%, zinco 21% e cobre 73%.

Conforme a RDC N° 429, de 8 de outubro de 2020 (BRASIL, 2020a), que dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados, assegura que um alimento pode ter alegação de atributos nutricionais de fonte, alto conteúdo ou aumentado de minerais se apresentar 15%, 25% ou 30%, respectivamente do VDR da necessidade diária do mineral que alega presença na porção. Seguindo a normativa a barra proteica estudada se enquadra como sendo um alimento com alegação minerais de: alto conteúdo de fósforo (27%) e ferro (25%); fonte de zinco (21%) e magnésio (17%); e aumentado em cobre (73%).

O desenvolvimento de produtos que forneçam um adequado aporte de minerais, além de fornecer micronutrientes, emerge como um importante recurso, pois pode contribuir na satisfação das necessidades nutricionais, prevenindo ou até mesmo tratando certas carências nutricionais. Sendo assim, a oferta de alimentos ricos em minerais, como o caso da barra proteica, torna-se uma estratégia interessante para o bem-estar e manutenção da saúde dos consumidores.

5.7 Perfil de aminoácidos da barra proteica natural

Os aminoácidos totais encontrados na barra proteica natural estão demonstrados na Tabela 19, comparados ao padrão de referência estabelecido para rotulagem nutricional dos alimentos embalados (BRASIL, 2020b).

Tabela 19 – Comparação de aminoácidos essenciais com requisito para alegação nutricional da barra proteica natural

Aminoácidos	Teor de aminoácidos da barra proteica natural (mg/g proteína)	Requisito para alegação nutricional* (mg/g proteína)
Aminoácidos essenciais		
Histidina	21,83	15
Isoleucina	46,58	30
Leucina	86,61	59
Lisina	65,87	45
Metionina e cisteína	26,93	22
Fenilalanina e tirosina	89,88	38
Treonina	35,66	23
Triptofano	12,74	6
Valina	48,03	39
Aminoácidos não essenciais		
Ácido Aspártico	113,90	-
Ácido Glutâmico	209,61	-
Serina	58,22	-
Glicina	46,22	-
Arginina	108,08	-
Alanina	45,85	-
Prolina	44,40	-
Taurina	N	-
Hidroxiprolina	N	-

*Requisito para alegação nutricional, seguindo Instrução Normativa - IN N° 75, de 8 de outubro de 2020b. Fonte: Autor (2024).

A barra proteica apresentou dezoito tipos de aminoácidos, sendo nove aminoácidos essenciais (His, Iso, Leu, Val, Lis, Met, Fen, Tre, Tri) e nove aminoácidos não essenciais (Cis, Tir, Asp, Glu, Ser, Gli, Arg, Ala, Pro). Tratando-se da presença dos aminoácidos que são requisitos para alegação nutricional de proteína (BRASIL, 2020b) e a referência de aminoácidos para adultos na faixa etária a partir de 18 anos (FAO, 2007), a barra proteica apresentou perfil de aminoácidos equilibrado com valores superiores (mg/g de proteína) aos determinados pelos

órgãos, atendendo integralmente às necessidades estabelecidas, demonstrando que a barra proteica desenvolvida apresenta uma excelente qualidade proteica.

A Resolução da Diretoria Colegiada de nº 429, além de definir a quantidade de proteína, define também o perfil de aminoácidos para declaração de alegações nutricionais de proteínas em rotulagem nutricional dos alimentos embalados. Assim, ao calcular as necessidades proteicas, é importante considerar as necessidades de aminoácidos. O perfil, sequência, arranjo e composição de aminoácidos têm um impacto significativo nas características funcionais das proteínas, sendo sua qualidade medida principalmente considerando a biodisponibilidade de aminoácidos essenciais e digestibilidade destes (AJOMIWE et al., 2024).

Dentre os aminoácidos essenciais encontrados na formulação, destaca-se a concentração de leucina 86,61 mg/g e lisina 65,87 mg/g (Tabela 19). Estudos têm demonstrado os efeitos benéficos da ingestão dietética de leucina em diversos grupos etários. Por exemplo, em jovens adultos saudáveis, o consumo de leucina tem sido associado a um melhor desempenho na síntese de proteína muscular (A CHURCHWARD-VENNE et al., 2014). Também foi verificado por Chanet et al. (2017) que a inclusão de uma bebida de proteína enriquecida com leucina levou a um aumento da massa muscular a longo prazo de indivíduos idosos saudáveis e melhores resultados estão associados ao consumo de leucina após a prática de exercício resistido (DICKINSON et al., 2014). Por sua vez, a lisina é um aminoácido essencial que exerce papel crucial na síntese de proteínas, na produção de hormônios, enzimas, anticorpos e na absorção de cálcio (PEDRAZINI; SILVA; GROppo, 2022). Dentre outras funções, Mirmiranpour et al. (2021) demonstraram que sua suplementação dietética pode influenciar o controle glicêmico e aumentar os marcadores antioxidantes em pacientes com diabetes tipo 2 em tratamento oral.

Entre os aminoácidos não essenciais encontrados na barra proteica, destaca-se com maiores valores o ácido glutâmico e ácido aspártico, contendo 209,61 e 113,90 mg/g (Tabela 19), respectivamente. Entre suas principais funções biológicas o ácido glutâmico, desempenha um papel na síntese de neurotransmissores, especialmente como precursor do glutamato (ZHOU; DANBOLT, 2014). Tratando-se do ácido aspártico este participa na síntese de proteínas e nucleotídeos, gliconeogênese, ureia, ciclos purina-nucleotídeo, neurotransmissão e manutenção do equilíbrio redox (HOLEČEK, 2023).

A qualidade da proteína dietética pode ser melhorada pela combinação de fontes de proteínas com perfil de aminoácidos distintos como referido por Gorissen et al. (2018). A

amêndoa de castanha do caju, matéria-prima principal desse estudo, em sua forma integral pode apresentar baixa quantidade de aminoácido lisina como mostra Venkatachalam e Sathe (2006), como é observado também em outras fontes vegetais (VAN VLIET et al., 2015). O isolado de ervilha, embora contenha baixos teores de metionina, como mostra a literatura Gorissen et al. (2018), contrastou complementando com a proteína da amêndoa de castanha de caju, apresentando teores significativos de aminoácidos no produto. Essa combinação de proteínas oferece uma oportunidade para torná-las ingredientes multifuncionais em novos produtos alimentícios.

É crucial ressaltar que este estudo desenvolveu a formulação de barra de proteína, utilizando exclusivamente proteínas de fontes vegetais (torta parcialmente desengordurada de amêndoa de castanha de caju e proteína isolada de ervilha). Assim, foi demonstrado a viabilidade de desenvolver novos produtos com uma composição proteica de alta qualidade, sendo comparáveis em termos nutricionais aos produtos de origem animal, a partir da combinação de diferentes proteínas vegetais (SÁ, MORENO, CARCIOFI; 2020).

Com base nos resultados obtidos, sugere-se que a barra proteica possa ser uma opção atrativa nutricionalmente para indivíduos que optam por evitar o consumo de proteínas de origem animal, seja por motivos de preferência de consumo, questões sustentáveis, éticas ou de saúde. O perfil de aminoácidos das proteínas encontrado na barra proteica é adequado às características de qualidade metabólicas estabelecidas, pois fornece todos os aminoácidos essenciais compatíveis com os requisitos apontados (BRASIL, 2020b). Desta forma, o produto desenvolvido apresenta-se como uma excelência em qualidade proteica.

5.8 Teste de digestibilidade *in vitro* da barra proteica natural

O resultado em relação à digestibilidade *in vitro* da proteína da barra proteica natural foi 87,38 %, evidenciando que a barra desenvolvida tem uma adequada qualidade nutricional em relação a digestão das proteínas vegetais presentes em sua composição. A digestibilidade das proteínas é influenciada por uma série de fatores, tanto internos quanto externos, podendo ser medida pela sua fração absorvida. É importante compreender o processo de digestão das proteínas nos alimentos, já que isso tem um impacto direto em seu valor nutricional e biodisponibilidade (JOYE, 2019).

Além disso, o resultado da digestibilidade *in vitro* pode ser correlacionado as principais fontes de proteínas vegetais usadas atualmente, sendo a digestibilidade *in vitro* de

proteína isolada de lentilha de 80% (ARYEE; BOYE, 2016); isolado de soja de 74% (RACHMAN et al., 2020); e isolado de ervilha de 70 – 78% (JIMÉNEZ-MUNOZ et al., 2023). Desta forma, digestibilidade da barra proteica (que combina proteínas da amêndoa de castanha de caju e da proteína da ervilha) destaca-se com relação a digestibilidade, quando comparada a outras fontes vegetais comumente utilizada pela indústria de alimentos.

6 CONCLUSÃO

Neste trabalho foram desenvolvidas barras com alto conteúdo proteico utilizando a torta parcialmente desengordurada da amêndoa da castanha de caju como principal ingrediente, caracterizando-se como “produto de alto conteúdo em proteína” de acordo com a legislação vigente. Com relação aos aspectos sensoriais, as barras apresentaram boa aceitação sensorial e intenção de compra, com destaque para a barra com incorporação de baunilha. Na análise mais detalhada da qualidade nutricional da barra desenvolvida (barra natural), foi demonstrado que esta apresenta todos os aminoácidos em concentrações superiores ao mínimo exigido pela legislação, além de ser uma proteína de elevada digestibilidade, diferenciando-se de outros produtos proteicos disponíveis no mercado. Em adição, a barra proteica pode ser reconhecida como fonte de zinco e magnésio, além de apresentar um alto teor de fósforo e ferro. Desta forma, foi possível demonstrar que a barra proteica, elaborada com a torta parcialmente desengordurada de amêndoa de castanha de caju, pode se apresentar como uma excelente opção de produto vegetal para os consumidores, apresentando características nutricionais iguais ou superiores aos disponíveis no mercado, bem como com boa aceitação sensorial.

REFERÊNCIAS

- ADRIANO, L. S. et al. Yacon syrup reduces postprandial glycemc response to breakfast: a randomized, crossover, double-blind clinical trial. **Food Research International**, [S.L.], v. 126, p. 108682, dez. 2019.
- ADRIANO, L. S. et al. Acute postprandial effect of yacon syrup ingestion on appetite: a double blind randomized crossover clinical trial. **Food Research International**, [S.L.], v. 137, p. 109648, nov. 2020.
- ARRUDA, A. C. et al. Justificativas e motivações do consumo e não consumo de café. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, [S.L.], v. 29, n. 4, p. 754-763, dez. 2009.
- AKESON, W. R.; STAHMANN, M. A. A Pepsin Pancreatin Digest Index of Protein Quality Evaluation. **The Journal Of Nutrition**, [S.L.], v. 83, n. 3, p. 257-261, jul. 1964.
- AFSHIN, A. et al. Health effects of dietary risks in 195 countries, 1990–2017: a systematic analysis for the global burden of disease study 2017. **The Lancet**, [S.L.], v. 393, n. 10184, p. 1958-1972, maio 2019.
- ALJALOUDI, R. et al. Development and Characterization of High-Energy Protein Bars with Enhanced Antioxidant, Chemical, Nutritional, Physical, and Sensory Properties. **Foods**, [S.L.], v. 13, n. 2, p. 259, 13 jan. 2024.
- ALOBO, A. P.; AGBO, B. N.; ILESANMI, S. A. Physicochemical and functional properties of full fat and defatted cashew kernel flours. **International Journal Of Food Science & Technology**, [S.L.], v. 44, n. 3, p. 581-585, 4 fev. 2009.
- ARYEE, A. N. A.; BOYE, J. I. Improving the Digestibility of Lentil Flours and Protein Isolate and Characterization of Their Enzymatically Prepared Hydrolysates. **International Journal Of Food Properties**, [S.L.], v. 19, n. 12, p. 2649-2665, 18 ago. 2016.
- ASCHEMANN-WITZEL, J.; GANTRIIS, R. F.; FRAGA, P.; PEREZ-CUETO, F. J. A. Plant-based food and protein trend from a business perspective: markets, consumers, and the challenges and opportunities in the future. **Critical Reviews In Food Science And Nutrition**, [S.L.], v. 61, n. 18, p. 3119-3128, 13 jul. 2020.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**, 16th ed., v. 1, Arlington: A.O.A.C., 1995, chapter 3. p. 4. (method 985.01).
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry International**. 18 ed. Gaithersburg: Associations of Official Analytical Chemists, 2005. 1015 p.
- AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. Editor: Dr. George W. Latimer, Jr. Rockville, MD, USA, 20 ed., 2016.

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. Washington D.C.:AOAC, 2012. 19 ed., p. 121-130, 2012.

ARRUTIA, F.; BINNER, E.; WILLIAMS, P.; WALDRON, K. W. Oilseeds beyond oil: press cakes and meals supplying global protein requirements. **Trends In Food Science & Technology**, [S.L.], v. 100, p. 88-102, jun. 2020.

ARES, G. et al. Comparison of sensory product profiles generated by trained assessors and consumers using CATA questions: four case studies with complex and/or similar samples. **Food Quality And Preference**, [S.L.], v. 45, p. 75-86, out. 2015.

ARES, G. et al. Evaluation of a rating-based variant of check-all-that-apply questions: rate-all-that-apply (rata). **Food Quality And Preference**, [S.L.], v. 36, p. 87-95, set. 2014.

ARES, G. et al. Investigation of the number of consumers necessary to obtain stable sample and descriptor configurations from check-all-that-apply (CATA) questions. **Food Quality and Preference**, [s. I.], v. 31, p. 135-141. 2014.

AIKING, Harry. Future protein supply. **Trends In Food Science & Technology**, [S.L.], v. 22, n. 2-3, p. 112-120, mar. 2011.

ADÁMEK, M. et al. Acceptability and sensory evaluation of energy bars and protein bars enriched with edible insect. **Potravinárstvo Slovak Journal Of Food Sciences**, [S.L.], v. 12, n. 1, p. 431-437, 13 abr. 2018.

A CHURCHWARD-VENNE, T. et al. Leucine supplementation of a low-protein mixed macronutrient beverage enhances myofibrillar protein synthesis in young men: a double-blind, randomized trial. **The American Journal Of Clinical Nutrition**, [S.L.], v. 99, n. 2, p. 276-286, fev. 2014.

APAYDđN, H. et al. Effect of different roasting conditions on the physicochemical properties, acrylamide concentration, and mineral bioaccessibility of nuts. **Food Bioscience**, [S.L.], v. 58, p. 103646, abr. 2024.

ASIKIN, Y. et al. Compositions, taste characteristics, volatile profiles, and antioxidant activities of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L.) and sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) syrups. **Journal Of Food Measurement And Characterization**, [S.L.], v. 12, n. 2, p. 884-891, 11 dez. 2017.

AJOMIWE, N. et al. Protein Nutrition: understanding structure, digestibility, and bioavailability for optimal health. **Foods**, [S.L.], v. 13, n. 11, p. 1771, 5 jun. 2024.

AZELEE, N. I. W. et al. Glycerol in food, cosmetics and pharmaceutical industries: basics and new applications. **Int. J. Sci. Technol. Res**, v. 8, n. 12, p. 553-558, 2019.

ANDREWS, W. H. et al. BAM Chapter 5: Salmonella. **Bacteriological Analytical Manual: Food and Drug Administration**, 2023. Disponível em: <https://www.fda.gov/food/laboratorymethods-food/bam-chapter-5-salmonella>. Acesso em: 13

jan. 2024.

BORGES, L. A. et al. Chemical characterization of baru oil and its by-product from the northwest region of Minas Gerais, Brazil. **Grasas y Aceites**, [S.L.], v. 73, n. 2, p. 460, 14 jun. 2022.

BISINOTTO, M. S. et al. Bioaccessibility of cashew nut kernel flour compounds released after simulated in vitro human gastrointestinal digestion. **Food Research International**, [S.L.], v. 139, p. 109906, jan. 2021.

BOGAERT, L. et al. Characterization of oilseeds mechanical expression in an instrumented pilot screw press. **Industrial Crops And Products**, [S.L.], v. 121, p. 106-113, out. 2018.

BURGNER, E.; FEINBERG, M. Determination of mono- and disaccharides in foods by interlaboratory study: quantification of bias components for liquid chromatography. **Journal of AOAC International**, v. 75, n. 3, p. 443-464, Mar. 1992.

BRASIL, Diretoria Colegiada da ANVISA. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 429, de 8 de outubro de 2020. Dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 195 ed. 106 p. 09 out. 2020a. Seção 1. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-de-diretoria-colegiada-rdc-n-429-de-8-de-outubro-de-2020-282070599>. Acesso em: 10 fev. 2023.

BRASIL, Diretoria Colegiada da ANVISA. Instrução Normativa - IN nº 75, de 8 de outubro de 2020. Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 195 ed. 113 p. 09 out. 2020b. Seção 1. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-75-de-8-de-outubro-de-2020-282071143>. Acesso em: 10 fev. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução – RDC nº 724**, de 1º de julho de 2022a. Dispõe sobre os padrões microbiológicos dos alimentos e sua aplicação. Publicado no DOU, Edição: 126, Seção: 1, Página 205, em: 06 de julho de 2022b.

BRASIL. Ministério da Saúde - MS Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Instrução Normativa nº 161**, de 1º de julho de 2022b. Estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos. Publicada no DOU nº 126, de 6 de julho de 2022b.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução n. 18**, de 30 de abril de 1999. Regulamento Técnico que estabelece as Diretrizes Básicas para Análise e Comprovação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde Alegadas em Rotulagem de Alimentos. Brasília, Publicada no D.O.U. Poder Executivo, de 03 de maio de 1999.

BRASIL. Ministério da Saúde. ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 269**, de 22 de setembro de 2005. Aprova o Regulamento Técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de Proteína, Vitaminas e Minerais. Brasília: D.O.U. - Diário Oficial da União.

BRASIL. Instrução Normativa nº 2, de 06 de fevereiro de 2017. Aprova o regulamento técnico para a amêndoa de castanha de caju. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF. Seção 1,

p. 187, 17 fev. 2017. Disponível em:

http://www.puntofocal.gob.ar/notific_otros_miembros/bra325r1a1_t.pdf. Acesso em: 28 jan. 2024.

BRAINER, M. S. C. P.; VIDAL, M. F. **Cajucultura. Caderno Setorial Escritório Técnico de estudos Econômicos do Nordeste-ETENE**, n.5, v.114, p.1-16, 2020.

CASAS-AGUSTENCH, P.; LÓPEZ-URIARTE, P.; ROS, E.; BULLÓ, M.; SALAS-SALVADÓ, J. Nuts, hypertension and endothelial function. **Nutrition, Metabolism And Cardiovascular Diseases**, [S.L.], v. 21, p. 21-33, jun. 2011.

CARDELLO, A. V.; LLOBELL, F.; GIACALONE, D.; ROIGARD, C. M.; JAEGER, S. R. Plant-based alternatives vs dairy milk: Consumer segments and their sensory, emotional, cognitive and situational use responses to tasted products. **Food Quality and Preference**, v. 100, p. 104599, 2022.

CAETANO, B. et al. Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) as a Food Supplement: health-promoting benefits of fructooligosaccharides. **Nutrients**, [S.L.], v. 8, n. 7, p. 436, 21 jul. 2016.

CARMO, Jéssica Silva do. **Obtenção de insumos protéicos de amêndoa de castanha de caju por diferentes rotas e aplicação em produto plant-based**. 2024. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2024.

CENA, H.; CALDER, P. C. Defining a Healthy Diet: evidence for the role of contemporary dietary patterns in health and disease. **Nutrients**, [S.L.], v. 12, n. 2, p. 334, 27 jan. 2020.

CHANET, A. et al. Supplementing Breakfast with a Vitamin D and Leucine–Enriched Whey Protein Medical Nutrition Drink Enhances Postprandial Muscle Protein Synthesis and Muscle Mass in Healthy Older Men. **The Journal Of Nutrition**, [S.L.], v. 147, n. 12, p. 2262-2271, dez. 2017.

CONAB. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Castanha de Caju - Análise mensal**: Brasília: Companhia Nacional de Abastecimento. 2024. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-castanha-de-caju/item/download/53625_a241eac3fc52ac1702337b304ec70791. Acesso em: 02 jul. 2024.

COSTA, J. N. da; et al. Sensory characteristics of structured guava (*Psidium guajava*): comparison of optimized descriptive profile, cata and sensory acceptance methods. **Food Science And Technology**, [S.L.], v. 40, n. 2, p. 496-502, dez. 2020.

CENA, Hellas; CALDER, Philip C.. Defining a Healthy Diet: evidence for the role of contemporary dietary patterns in health and disease. **Nutrients**, [S.L.], v. 12, n. 2, p. 334, 27 jan. 2020.

CHEZAN, D.; FLANNERY, O.; PATEL, A. Factors affecting consumer attitudes to fungi-based protein: a pilot study. **Appetite**, [S.L.], v. 175, p. 106043, ago. 2022.

CUPPARI, Lilian. **Nutrição clínica no adulto**. 4. ed. Barueri, Sp: Manole, 2020. 602 p.

DAUDA, A. O.; ABIODUN, O. A.; ARISE, A. K.; OYEYINKA, S. A. Nutritional and consumers acceptance of biscuit made from wheat flour fortified with partially defatted groundnut paste. **LWT**, [S.L.], v. 90, p. 265-269, abr. 2018.

DIMOPOULOU, M. et al. Development of a Functional Acceptable Diabetic and Plant-Based Snack Bar Using Mushroom (*Coprinus comatus*) Powder. **Foods**, [S.L.], v. 12, n. 14, p. 2702, 14 jul. 2023.

DICKINSON, J. M. et al. Leucine-Enriched Amino Acid Ingestion after Resistance Exercise Prolongs Myofibrillar Protein Synthesis and Amino Acid Transporter Expression in Older Men. **The Journal Of Nutrition**, [S.L.], v. 144, n. 11, p. 1694-1702, nov. 2014.

DIONÍSIO, A. P.; WURLITZER, N. J.; VIEIRA, N. M.; GOES, T. de S.; MODESTO, A. L. G.; ARAUJO, I. M. da S. **Raiz tuberosa de yacon (*Smallanthus sonchifolius*): obtenção de extrato com manutenção das suas propriedades nutricionais e inativação de enzimas de escurecimento**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2013. 5 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado Técnico, 206). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/977114>. Acesso em: 07 mar. 2024.

DIONÍSIO, A. P. et al. Cashew-apple (*Anacardium occidentale* L.) and yacon (*Smallanthus sonchifolius*) functional beverage improve the diabetic state in rats. **Food Research International**, [S.L.], v. 77, p. 171-176, nov. 2015.

DIONÍSIO, A. P. et al. Antioxidant and prebiotic effects of a beverage composed by tropical fruits and yacon in alloxan-induced diabetic rats. **Food Science And Technology**, [S.L.], v. 40, n. 1, p. 202-208, mar. 2020.

DREHER, Mark. Whole Fruits and Fruit Fiber Emerging Health Effects. **Nutrients**, [S.L.], v. 10, n. 12, p. 1833, 28 nov. 2018.

DREWNOWSKI, A. TASTE PREFERENCES AND FOOD INTAKE. **Annual Review Of Nutrition**, [S.L.], v. 17, n. 1, p. 237-253, jul. 1997.

DRUMMOND, M. J. et al. Leucine Differentially Regulates Gene-Specific Translation in Mouse Skeletal Muscle. **The Journal Of Nutrition**, [S.L.], v. 147, n. 9, p. 1616-1623, set. 2017.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 4. ed. Curitiba: Champagnat, 2013. 532 p.

FANZO, J.; DAVIS, C. Can Diets Be Healthy, Sustainable, and Equitable? **Current Obesity Reports**, [S.L.], v. 8, n. 4, p. 495-503, 25 out. 2019.

FERRAZ, L. P.; SILVA, E. K. Pulsed electric field-assisted extraction techniques for obtaining vegetable oils and essential oils: recent progress and opportunities for the food industry. **Separation And Purification Technology**, [S.L.], v. 354, p. 128833, fev. 2025.

FERNANDEZ, A. et al. Allergenicity Assessment of Novel Food Proteins: what should be improved?. **Trends In Biotechnology**, [S.L.], v. 39, n. 1, p. 4-8, jan. 2021.

FENG, P. et al. BAM Chapter 4: Enumeration of Escherichia coli and the coliform bacteria. **Bacteriological Analytical Manual: Food and Drug Administration**, 2020. Disponível em: <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-4-enumeration-escherichiacoli-and-coliform-bacteria#references>. Acesso em: 13 jan. 2024.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Protein and amino acid requirements in human nutrition**. Geneva: World Health Organization, 2007. WHO Technical Report Series, 935, 2007. Disponível em: <https://iris.who.int/handle/10665/43411>. Acesso em: 13 nov. 2023.

GARCÍA, E. A. et al. Rheological, chemical and sensory characterization of fortified cookies with edible flour of Xuta (*Jatropha curcas* L.). **Journal Of Food Science And Technology**, [S.L.], v. 57, n. 9, p. 3502-3508, 8 abr. 2020.

GAUTHIER, S. F.; VACHON, C.; SAVOIE, J. Enzymatic conditions of an in vitro method to study protein digestion. **Journal of Food Science**, v. 51, n. 4, p. 960-964, 1986.

GAO, Y. et al. Aqueous enzymatic extraction: a green, environmentally friendly and sustainable oil extraction technology. **Trends In Food Science & Technology**, [S.L.], v. 144, p. 104315, fev. 2024.

GENTA, S. et al. Yacon syrup: beneficial effects on obesity and insulin resistance in humans. **Clinical Nutrition**, [S.L.], v. 28, n. 2, p. 182-187, abr. 2009.

GIACALONE, D.; HEDELUND, P. I. Rate-all-that-apply (RATA) with semi-trained assessors: an investigation of the method reproducibility at assessor-, attribute- and panel-level. **Food Quality and Preference**, v. 51, p. 65-71, 2016.

GHARIBZAHEDI, S. M. T.; JAFARI, S. M. The importance of minerals in human nutrition: bioavailability, food fortification, processing effects and nanoencapsulation. **Trends In Food Science & Technology**, [S.L.], v. 62, p. 119-132, abr. 2017.

GOBBO, L. C. del. et al. Effects of tree nuts on blood lipids, apolipoproteins, and blood pressure: systematic review, meta-analysis, and dose-response of 61 controlled intervention trials. **The American Journal Of Clinical Nutrition**, [S.L.], v. 102, n. 6, p. 1347-1356, dez. 2015.

GORISSEN, S. H. M. et al. Protein content and amino acid composition of commercially available plant-based protein isolates. **Amino Acids**, [S.L.], v. 50, n. 12, p. 1685-1695, 30 ago. 2018.

GUNYAPHAN, S. et al. Product qualities and sensory evaluation of high protein snack bar

incorporated with pea protein isolate. **Food Research**, [S.L.], v. 4, n. 4, p. 51-55, 6 dez. 2020.

HAGEN, S. R.; FROST, B.; AUGUSTIN, J. Precolumn Phenylisothiocyanate Derivatization and Liquid Chromatography of Amino Acids in Food. **Journal Of Aoac International**, [S.L.], v. 72, n. 6, p. 912-916, 1 nov. 1989.

HADI, J.; BRIGHTWELL, G. Safety of Alternative Proteins: technological, environmental and regulatory aspects of cultured meat, plant-based meat, insect protein and single-cell protein. **Foods**, [S.L.], v. 10, n. 6, p. 1226, 28 maio 2021.

HUANG, W. et al. Dietary Iron Is Necessary to Support Proliferative Regeneration after Intestinal Injury. **The Journal Of Nutrition**, [S.L.], v. 154, n. 4, p. 1153-1164, abr. 2024.

HEMLER, E. C.; HU, F. B. Plant-Based Diets for Personal, Population, and Planetary Health. **Advances In Nutrition**, [S.L.], v. 10, p. 275-283, nov. 2019.

HERTZLER, S. R.; LIEBLEIN-BOFF, J. C.; WEILER, M.; ALLGEIER, C. Plant Proteins: assessing their nutritional quality and effects on health and physical function. **Nutrients**, [S.L.], v. 12, n. 12, p. 3704, 30 nov. 2020.

HOGAN, S. A. et al. Influence of dairy proteins on textural changes in high-protein bars. **International Dairy Journal**, [S.L.], v. 26, n. 1, p. 58-65, set. 2012.

HOFFMAN, J. R.; FALVO, M. J. Protein—which is best?. **Journal of sports science & medicine**, v. 3, n. 3, p. 118, 2004.

HOUSTON, L. et al. Tree Nut and Peanut Consumption and Risk of Cardiovascular Disease: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Advances In Nutrition**, [S.L.], v. 14, n. 5, p. 1029-1049, set. 2023.

HORWITZ, W.; LATIMER, J. R.; GEORGE, W. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 18. ed. Gaithersburg: AOAC, 2005. p. 96-98 (Chapter 45, met. 999.03).

HOLEČEK, M. Aspartic Acid in Health and Disease. **Nutrients**, [S.L.], v. 15, n. 18, p. 4023, 17 set. 2023.

IAL – INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. ZENEBO, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. (coord.). São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. p. 1020, 2008.

IMTIAZ, S. R.; KUHN-SHERLOCK, B.; CAMPBELL, M. EFFECT OF DAIRY PROTEIN BLENDS ON TEXTURE OF HIGH PROTEIN BARS. **Journal Of Texture Studies**, [S.L.], v. 43, n. 4, p. 275-286, 28 maio 2012.

IVARC, P. L. et al. Nutrient content in plant-based protein products intended for food composition databases. **Journal Of Food Composition And Analysis**, [S.L.], v. 106, p. 104332, mar. 2022.

Institute of Medicine. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein and Amino Acids. National Academy Press, Washington, DC 2002 (Food and Nutrition Board.).

JALALI, M. et al. The effects of cashew nut intake on lipid profile and blood pressure: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Complementary Therapies In Medicine**, [S.L.], v. 50, p. 102387, maio 2020.

JABEEN, S. et al. Formulation and characterization of protein-energy bars prepared by using dates, apricots, cheese and whey protein isolate. **Food Science And Technology**, [S.L.], v. 41, n. 1, p. 197-207, jun. 2021.

JOVANOV, P. et al. High-Protein Bar as a Meal Replacement in Elite Sports Nutrition: a pilot study. **Foods**, [S.L.], v. 10, n. 11, p. 2628, 29 out. 2021.

JIANG, Z. et al. High-protein nutrition bars: hardening mechanisms and anti-hardening methods during storage. **Food Control**, [S.L.], v. 127, p. 108127, set. 2021.

JIMÉNEZ-MUNOZ, L.; NIELSEN, M. T.; ROMAN, L.; CORREDIG, M. Variation of in vitro digestibility of pea protein powder dispersions from commercially available sources. **Food Chemistry**, [S.L.], v. 401, p. 134178, fev. 2023.

JOYE, Iris. Protein Digestibility of Cereal Products. **Foods**, [S.L.], v. 8, n. 6, p. 199, 8 jun. 2019.

KOTECKA-MAJCHRZAK, K.; SUMARA, A.; FORNAL, E.; MONTOWSKA, M. Oilseed proteins – Properties and application as a food ingredient. **Trends In Food Science & Technology**, [S.L.], v. 106, p. 160-170, dez. 2020.

KOPKO, C. et al. Are alternative proteins increasing food allergies? Trends, drivers and future perspectives. **Trends In Food Science & Technology**, [S.L.], v. 129, p. 126-133, nov. 2022.

KUMAR, P. et al. In-vitro meat: a promising solution for sustainability of meat sector. **Journal Of Animal Science And Technology**, [S.L.], v. 63, n. 4, p. 693-724, jul. 2021.

LARA, N. S. et al. Development of a functional food bar containing coffee. **British Food Journal**, [S.L.], v. 121, n. 2, p. 441-453, 4 fev. 2019.

LANGYAN, S. et al. Nutritional and Food Composition Survey of Major Pulses Toward Healthy, Sustainable, and Biofortified Diets. **Frontiers In Sustainable Food Systems**, [S.L.], v. 6, p. 1-2, 4 jul. 2022.

LARTEY, A.; MEERMAN, J.; WIJESINHA-BETTONI, R. Why Food System Transformation Is Essential and How Nutrition Scientists Can Contribute. **Annals Of Nutrition And Metabolism**, [S.L.], v. 72, n. 3, p. 193-201, 2018.

LAPPI, J. et al. The nutritional quality of animal-alternative processed foods based on plant or microbial proteins and the role of the food matrix. **Trends In Food Science & Technology**,

[S.L.], v. 129, p. 144-154, nov. 2022.

LAMBEAU, K. V.; MCRORIE, J. W. Fiber supplements and clinically proven health benefits. **Journal Of The American Association Of Nurse Practitioners**, [S.L.], v. 29, n. 4, p. 216-223, abr. 2017.

LEAL, A. R. et al. Impact of different kernel grades on volatile compounds profile, fatty acids and oxidative quality of cashew nut oil. **Food Research International**, [S.L.], v. 165, p. 112526, mar. 2023.

LEAL, A. R. et al. Elaboration of mixed structured fruit formulations with agar and gellan gum: texture, physicochemical, and sensory properties. **International Journal Of Gastronomy And Food Science**, [S.L.], v. 23, p. 100294, abr. 2021.

LESSA, V. L. et al. Obtention and evaluation of physico-chemical and techno-functional properties of macauba (*Acrocomia aculeata*) kernel protein isolate. **Food Research International**, [S.L.], v. 161, p. 111848, nov. 2022.

LEE, J. et al. Impact of interactions between soy and pea proteins on quality characteristics of high-moisture meat analogues prepared via extrusion cooking process. **Food Hydrocolloids**, [S.L.], v. 139, p.108567, maio 2023.

LOVEDAY, S. M.; HINDMARSH, J. P.; CREAMER, L. K.; SINGH, H. Physicochemical changes in a model protein bar during storage. **Food Research International**, [S.L.], v. 42, n. 7, p. 798-806, ago. 2009.

LORENZO, J. M. et al. Main Groups of Microorganisms of Relevance for Food Safety and Stability. **Innovative Technologies For Food Preservation**, [S.L.], p. 53-107, 2018.

LIMA, J. R. et al. Obtaining cashew kernel protein concentrate from nut processing by-product and its use to formulate vegetal burger. **Brazilian Journal Of Food Technology**, [S.L.], v. 24, p. 1-9, jun. 2021a.

LIMA, J. R. et al. Replacement of Peanut by Residue from the Cashew Nut Kernel Oil Extraction to Produce a Type Paçoca Candy. **Journal Of Food Processing And Preservation**, [S.L.], v. 41, n. 2, p. 12775, 29 abr. 2016.

LIMA, J. R.; PINTO, G. A. S.; VASCONCELOS, N. M. de.; CORDEIRO, S. A. **Extração Aquosa de Óleo de Amêndoa de Castanha-de-caju**. Fortaleza: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2016a. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1054780?locale=en>.

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**, Curitiba, v. 22, n. 1, p.133-144, 2004.

LIMA, D. S. et al. Technological quality and sensory acceptability of nutritive bars produced with Brazil nut and baru almond coproducts. **LWT**, [S.L.], v. 137, p. 110467, fev. 2021b.

LIM, J.; JIN, S. Quality Characteristics of Vegan Nutritional Bars with Fermented Soybean Curd Residue Powder. **Journal Of The Korean Society Of Food Science And Nutrition**, [S.L.], v. 50, n. 8, p. 849-857, 31 ago. 2021.

LIAO, M. Effects of hot air-assisted radio frequency roasting on nutritional quality and aroma composition of cashew nut kernels. **LWT**, [S.L.], v. 116, p. 108551, dez. 2019.

LIU, Y.; CADWALLADER, D. C.; DRAKE, M. Identification of predominant aroma components of dried pea protein concentrates and isolates. **Food Chemistry**, [S.L.], v. 406, p. 134998, abr. 2023.

LIU, C. et al. Molecular and Functional Properties of Protein Fractions and Isolate from Cashew Nut (*Anacardium occidentale* L.). **Molecules**, [S.L.], v. 23, n. 2, p. 393, 12 fev. 2018.

LONNIE, M. et al. Protein for Life: review of optimal protein intake, sustainable dietary sources and the effect on appetite in ageing adults. **Nutrients**, [S.L.], v. 10, n. 3, p. 360, 16 mar. 2018.

LUCAS, B.; SOTELO, A. Effect of different alkalies, temperature, and hydrolysis times on tryptophan determination of pure proteins and of foods. **Analytical Biochemistry**, [S.L.], v. 109, n. 1, p. 192-197, nov. 1980.

MANOUKIAN, E.B. **Mathematical nonparametric statistics**. New York: Gordon & Breach, 1986.

MARIUTTI, L. R. B. et al. The use of alternative food sources to improve health and guarantee access and food intake. **Food Research International**, [S.L.], v. 149, p. 110709, nov. 2021.

MAŁECKI, J.; TOMASEVIC, I.; DJEKIC, I.; SOŁOWIEJ, B. G. The Effect of Protein Source on the Physicochemical, Nutritional Properties and Microstructure of High-Protein Bars Intended for Physically Active People. **Foods**, [S.L.], v. 9, n. 10, p. 1467, 15 out. 2020.

MAŁECKI, J.; MUSZYŃSKI, S.; SOŁOWIEJ, B. G. Proteins in Food Systems—Bionanomaterials, Conventional and Unconventional Sources, Functional Properties, and Development Opportunities. **Polymers**, [S.L.], v. 13, n. 15, p. 2506, 29 jul. 2021.

MAŁECKI, J.; TERPIŃOWSKI, K.; NASTAJ, M.; SOŁOWIEJ, B. G. Physicochemical, Nutritional, Microstructural, Surface and Sensory Properties of a Model High-Protein Bars Intended for Athletes Depending on the Type of Protein and Syrup Used. **International Journal Of Environmental Research And Public Health**, [S.L.], v. 19, n. 7, p. 3923, 25 mar. 2022.

MACEDO, L. L.; VIMERCATI, W. C.; ARAĐJO, C. S. da Fruto-oligossacarídeos: aspectos nutricionais, tecnológicos e sensoriais. **Brazilian Journal Of Food Technology**, [S.L.], v. 23, p. 1-9, 2020.

MCCMAHON, D. J.; ADAMS, S. L.; MCMANUS, W. R. Hardening of High-Protein Nutrition Bars and Sugar/Polyol-Protein Phase Separation. **Journal Of Food Science**, [S.L.], v. 74, n. 6, p. 312-321, ago. 2009.

MALEKI, G. et al. Physicochemical and nutritional characteristics of nutrition bar fortified with cowpea protein. **Journal Of Food Measurement And Characterization**, [S.L.], v. 17, n. 2, p. 2010-2015, 20 dez. 2022.

MOHAN, V. et al. Cashew Nut Consumption Increases HDL Cholesterol and Reduces Systolic Blood Pressure in Asian Indians with Type 2 Diabetes: a 12-week randomized controlled trial. **The Journal Of Nutrition**, [S.L.], v. 148, n. 1, p. 63-69, jan. 2018.

MOORE, D. R. Maximizing Post-exercise Anabolism: The Case for Relative Protein Intakes. **Frontiers in Nutrition**, v. 6, 10 set. 2019.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques** 4.ed. Boca Raton: CRC Press, 2006. 448 p.

MINEKUS, M. et al. A standardised staticin vitrodigestion method suitable for food – an international consensus. **Food Funct.**, [S.L.], v. 5, n. 6, p. 1113-1124, 2014.

MILIÃO, G. L. et al. Unconventional food plants: nutritional aspects and perspectives for industrial applications. **Future Foods**, [S.L.], v. 5, p. 100124, jun. 2022.

MISHYNA, M.; CHEN, J.; BENJAMIN, O. Sensory attributes of edible insects and insect-based foods – Future outlooks for enhancing consumer appeal. **Trends In Food Science & Technology**, [S.L.], v. 95, p. 141-148, jan. 2020.

MINIM, V. P. R. **Análise Sensorial: Estudos com Consumidores**. 4. ed. Viçosa: Editora UFV, 2018.

MUNIALO, C. D.; STEWART, D.; CAMPBELL, L.; EUSTON, S. R. Extraction, characterisation and functional applications of sustainable alternative protein sources for future foods: a review. **Future Foods**, [S.L.], v. 6, p. 100152, dez. 2022.

MIRMIRANPOUR, H. et al. L-lysine supplementation improved glycemic control, decreased protein glycation, and insulin resistance in type 2 diabetic patients. **International Journal Of Diabetes In Developing Countries**, [S.L.], v. 41, n. 4, p. 634-643, 17 fev. 2021.

NASRABADI, M. N.; DOOST, A. S.; MEZZENGA, R. Modification approaches of plant-based proteins to improve their techno-functionality and use in food products. **Food Hydrocolloids**, [S.L.], v. 118, p. 106789, set. 2021.

NEBOLISA, N. M. et al. Profiling the effects of microwave-assisted and soxhlet extraction techniques on the physicochemical attributes of *Moringa oleifera* seed oil and proteins. **Oil Crop Science**, [S.L.], v. 8, n. 1, p. 16-26, mar. 2023.

OLAGUNJU, A. I. et al. High-protein, low glycemic index snack from optimized blend of three wholegrains exhibits nutraceutical quality and elicits low glycemic response in diabetic

human subjects. **Food Production, Processing And Nutrition**, [S.L.], v. 6, n. 1, p. 32-33, 2 mar. 2024.

OJANSIVU, I.; FERREIRA, C. L.; SALMINEN, S. Yacon, a new source of prebiotic oligosaccharides with a history of safe use. **Trends In Food Science & Technology**, [S.L.], v. 22, n. 1, p. 40-46, jan. 2011.

OLIVEIRA, A. A. A. et al. Use of strawberry and vanilla natural flavors for sugar reduction: a dynamic sensory study with yogurt. **Food Research International**, [S.L.], v. 139, p. 109972, jan. 2021.

PAIVA, F. F. A.; GARRUTTI, D. S.; NETO, R. M. S. **Aproveitamento industrial do caju**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, p 9-12, 2000.

PARUSSOLO, G. et al. Synbiotic ice cream containing yacon flour and *Lactobacillus acidophilus* NCFM. **Lwt - Food Science And Technology**, [S.L.], v. 82, p. 192-198, set. 2017.

PEDRAZINI, M. C.; SILVA, M. H. da.; GROppo, F. C. L-lysine: its antagonism with l :arginine in controlling viral infection. narrative literature review. *British Journal Of Clinical Pharmacology*, [S.L.], v. 88, n. 11, p. 4708-4723, 5 jul. 2022.

PINTO, V. R. A. et al. Preference mapping to assess the effect of information on the acceptability of snack bars. **Food Science And Technology**, [S.L.], v. 39, n. 1, p. 316-323, jun. 2019.

PINELI, L. L. de. O. et al. Use of baru (Brazilian almond) waste from physical extraction of oil to produce flour and cookies. **Lwt - Food Science And Technology**, [S.L.], v. 60, n. 1, p. 50-55, jan. 2015.

PINTO, V. R. A. et al. Influence of package and health-related claims on perception and sensory acceptability of snack bars. **Food Research International**, [S.L.], v. 101, p. 103-113, nov. 2017.

Protein Bar Market Size, Share & COVID-19 Impact Analysis, By Source (Plant-Based and Animal-Based), By Type (Sports Nutritional Bars, Meal-Replacement Bars, and Others), By Distribution Channel (Mass Merchandisers, Specialty Stores, Convenience Stores, Convenience Stores, Online Channels, Others), and Regional Forecast, 2022-2029. **Fortune business insights**, 2022. Disponível em: <https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/methodology/protein-bar-market-100805>. Acesso em: 08 de março de 2023.

RAWIWAN, P.; PENG, Y.; PARAMAYUDA, I. G. P. B.; QUEK, S. Y. Red seaweed: a promising alternative protein source for global food sustainability. **Trends In Food Science & Technology**, [S.L.], v. 123, p. 37-56, maio 2022.

RACHMAN, A.; BRENNAN, M. A.; MORTON, J.; BRENNAN, C. S. Effect of Egg White Protein and Soy Protein Isolate Addition on Nutritional Properties and In-Vitro Digestibility of Gluten-Free Pasta Based on Banana Flour. **Foods**, [S.L.], v. 9, n. 5, p. 589, 6 maio 2020.

- RIBEIRO, J. C. et al. Impact of defatting and drying methods on the overall liking and sensory profile of a cereal bar incorporating edible insect species. **Future Foods**, [S.L.], v. 6, p. 100190, dez. 2022.
- REIS, Nelzir Trindade; CALIXTO-LIMA, Larissa. **Nutrição Clínica bases para prescrição**. Rio de Janeiro: Rubio, 2015. 474 p.
- RICO, R.; BULLÓ, M.; SALAS-SALVADÓ, J. Nutritional composition of raw fresh cashew (*Anacardium occidentale* L.) kernels from different origin. **Food Science & Nutrition**, [S.L.], v. 4, n. 2, p. 329-338, 6 out. 2015.
- RÖÖS, E. et al. Greedy or needy? Land use and climate impacts of food in 2050 under different livestock futures. **Global Environmental Change**, [S.L.], v. 47, p. 1-12, nov. 2017.
- SANTOS, O. V. et al. Comparative parameters of the nutritional contribution and functional claims of Brazil nut kernels, oil and defatted cake. **Food Research International**, [S.L.], v. 51, n. 2, p. 841-847, maio 2013.
- SANTOS-HERNÁNDEZ, M. et al. Compared digestibility of plant protein isolates by using the INFOGEST digestion protocol. **Food Research International**, [S.L.], v. 137, p. 109708, nov. 2020..
- SALES, S. S. da. et al. Previous gut microbiota has an effect on postprandial insulin response after intervention with yacon syrup as a source of fructooligosaccharides: a randomized, crossover, double-blind clinical trial. **Nutrition**, [S.L.], v. 109, p. 111948, maio 2023. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.nut.2022.111948>.
- SÁ, A. G. A. et al. Oilseed by-products as plant-based protein sources: amino acid profile and digestibility. **Future Foods**, [S.L.], v. 3, p. 100023, jun. 2021.
- SÁ, A. G. A.; MORENO, Y. M. F.; CARCIOFI, B. A. M. Plant proteins as high-quality nutritional source for human diet. **Trends In Food Science & Technology**, [S.L.], v. 97, p. 170-184, mar. 2020.
- SARI, Y. W. **Biomass and its potential for protein and amino acids: valorizing agricultural by-products**. Wageningen University, 2015.
- SHARMA, P. et al. Valorization of cashew nut processing residues for industrial applications. **Industrial Crops And Products**, [S.L.], v. 152, p. 112550, set. 2020.
- SOUSA, A. G. et al. Personal characteristics of coffee consumers and non-consumers, reasons and preferences for foods eaten with coffee among adults from the Federal District, Brazil. **Food Science And Technology**, [S.L.], v. 36, n. 3, p. 432-438, 14 jun. 2016.
- SINGH, R. et al. Protein for Human Consumption From Oilseed Cakes: a review. **Frontiers In Sustainable Food Systems**, [S.L.], v. 6, p. 1-12, 18 mar. 2022.
- SILVA, M. F. G. da. et al. Evaluation of nutritional and chemical composition of yacon syrup using 1H NMR and UPLC-ESI-Q-TOF-MSE. **Food Chemistry**, [S.L.], v. 245, p. 1239-1247,

abr. 2018.

SILVA, M. F. G. da. et al. Yacon syrup: food applications and impact on satiety in healthy volunteers. **Food Research International**, [S.L.], v. 100, p. 460-467, out. 2017.

SHEIR, M. A. Innovative use of date (*Phoenix dactylifera* L.) press cake in the food industry. **Foods And Raw Materials**, [S.L.], p. 2-9, 31 jan. 2022.

STONE H. S.; SIDEL J. L. **Sensory evaluation practices**. San Diego: Academic Press. 308p., 1993.

SZYDŁOWSKA, A. et al. Development of Functional High-Protein Organic Bars with the Addition of Whey Protein Concentrate and Bioactive Ingredients. **Agriculture**, [S.L.], v. 10, n. 9, p. 390, 3 set. 2020.

SZYDŁOWSKA, A. et al. Development of Ready-to-Eat Organic Protein Snack Bars: assessment of selected changes of physicochemical quality parameters and antioxidant activity changes during storage. **Foods**, [S.L.], v. 11, n. 22, p. 3631, 14 nov. 2022.

TESSARI, P.; LANTE, A.; MOSCA, G. Essential amino acids: master regulators of nutrition and environmental footprint?. **Scientific Reports**, [S.L.], v. 6, n. 1, p. 1-13, 25 maio 2016..

TEIXEIRA, A. das. G. Yacon planting density in intercropping with corn under banana orchard. **Horticultura Brasileira**, [S.L.], v. 38, n. 1, p. 83-88, jan. 2020.

TOSCANO-PALOMAR, L. et al. Análisis de las propiedades físico-químicas y sensoriales de barra alimenticia a base de semillas y nueces sin componentes de origen animal. **Revista Española de Nutrición Humana y Dietética**, v. 24, n. 2, p. 143-153, 14 abril 2020.

TRIER, C. M.; JOHNSTON, C. S. Ingestion of nutrition bars high in protein or carbohydrate does not impact 24-h energy intakes in healthy young adults. **Appetite**, [S.L.], v. 59, n. 3, p. 778-781, dez. 2012.

THAKUR, M.; SHARMA, C.; MEHTA, A.; TORRICO, D. D. Health claim effects on consumer acceptability, emotional responses, and purchase intent of protein bars. **Journal Of Agriculture And Food Research**, [S.L.], v. 8, p. 100291, jun. 2022.

TOURNAS, V., STACK, M., MISLIVEC, P., KOCH, H., BANDLER, R. **Chapter 18: Yeasts, Molds and Mycotoxins Mycological Analysis Manual**. Food and Drug Administration, 2001. Disponível em: <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-18-yeasts-molds-and-mycotoxins>. Acesso em: 13 jan. 2024.

USLU, N.; ÖZCAN, M. M. Effect of microwave heating on phenolic compounds and fatty acid composition of cashew (*Anacardium occidentale*) nut and oil. **Journal Of The Saudi Society Of Agricultural Sciences**, [S.L.], v. 18, n. 3, p. 344-347, jul. 2019.

VARELA, P.; ARES, G. Sensory profiling, the blurred line between sensory and consumer science. A review of novel methods for product characterization. **Food Research International**, [S.L.], v. 48, n. 2, p. 893-908, out. 2012.

VAN VLIET, S.; A BURD, N.; VAN LOON, L. J. The Skeletal Muscle Anabolic Response to Plant- versus Animal-Based Protein Consumption. **The Journal Of Nutrition**, [S.L.], v. 145, n. 9, p. 1981-1991, set. 2015.

VIDAL, L. et al. Comparison of Correspondence Analysis based on Hellinger and chi-square distances to obtain sensory spaces from check-all-that-apply (CATA) questions. **Food Quality And Preference**, [S.L.], v. 43, p. 106-112, jul. 2015.

VENKATACHALAM, M.; SATHE, S. K. Chemical Composition of Selected Edible Nut Seeds. **Journal Of Agricultural And Food Chemistry**, [S.L.], v. 54, n. 13, p. 4705-4714, 28 maio 2006.

VELÁZQUEZ, A. L. et al. Cross-modal interactions as a strategy for sugar reduction in products targeted at children: case study with vanilla milk desserts. **Food Research International**, [S.L.], v. 130, p. 108920, abr. 2020.

WHITE, J. A.; HART, R. J.; FRY, J. C. An evaluation of the Waters Pico-Tag system for the amino-acid analysis of food materials. **Journal Of Automatic Chemistry**, [S.L.], v. 8, n. 4, p. 170-177, 1986.

WU, H.; XU, L.; BALLANTYNE, C. M. Dietary and Pharmacological Fatty Acids and Cardiovascular Health. **The Journal Of Clinical Endocrinology & Metabolism**, [S.L.], v. 105, n. 4, p. 1030-1045, 3 nov. 2019.

WEYH, C. et al. The Role of Minerals in the Optimal Functioning of the Immune System. **Nutrients**, v. 14, n. 3, p. 644, 2 fev. 2022.

ZAFEER, M. K.; BHAT, K. S. Valorisation of agro-waste cashew nut husk (Testa) for different value-added products. **Sustainable Chemistry For Climate Action**, [S.L.], v. 2, p. 100014, 2023.

ZHANG, L. et al. Optimization of protein hydrolysates production from defatted peanut meal based on physicochemical characteristics and sensory analysis. **LWT**, [S.L.], v. 163, p. 113572, jun. 2022.

ZHANG, C. et al. Production of meat alternatives using live cells, cultures and plant proteins. **Current Opinion In Food Science**, [S.L.], v. 43, p. 43-52, fev. 2022.

ZHOU, Y.; DANBOLT, N. C. Glutamate as a neurotransmitter in the healthy brain. **Journal Of Neural Transmission**, [S.L.], v. 121, n. 8, p. 799-817, 1 mar. 2014.

APÊNDICE A– TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (IEFES-UFC)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

O Sr.(a) está sendo convidado a participar como voluntário de uma pesquisa intitulada: “DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO TIPO BARRA COM ALTO CONTEÚDO PROTEICO A BASE DE TORTA PARCIALMENTE DESENGORDURADA DA AMÊNDOA DE CASTANHA DE CAJU”, realizada pelos pesquisadores _____ e _____. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, assegura os direitos como participante sendo elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e a outra com o pesquisador. Por favor, leia com atenção, aproveitando para tirar suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com pesquisador. Não haverá nenhum tipo de penalização caso você não aceite participar ou retire sua autorização em qualquer momento.

O **objetivo** da pesquisa é provar e avaliar 3 amostras de barra proteica de amêndoa de castanha de caju, com mistura de isolado de proteína de ervilha, maltodextrina, xarope de batata yacon, glicerina e manteiga de cacau. Sua tarefa será comparecer ao Instituto de Educação Física e Esportes (IEFES-UFC). Você está sendo convidado a provar 3 amostras de barra proteica de amêndoa de castanha e caju, contendo 8g de cada, servidas em copos descartáveis, outro copo com água para limpar a boca entre o consumo das barras. Você deverá responder um questionário, sobre o quanto gostou ou desgostou, a sua intenção de compra se o produto estivesse a venda e os aspectos sensoriais (aparência, aroma, sabor, gosto residual). Levará em média 20 minutos para realizar o teste.

Riscos: Pessoas que apresentem **ALERGIA** ou algum grau de **INTOLERÂNCIA** aos ingredientes: **AMÊNDOA DE CASTANHA DE CAJU, ISOLADO DE PROTEÍNA DE ERVILHA, MALTODEXTRINA, XAROPE DE BATATA YACON, GLICERINA, MANTEIGA DE CACAU, CAFÉ SOLÚVEL E EXTRATO DE BAUNILHA, NÃO PODERÃO PARTICIPAR** da pesquisa pois são ingredientes utilizados na sua elaboração. Se houver necessidade de um atendimento médico de urgência por responsabilidade da pesquisa, o pesquisador principal irá conduzir o participante até o Hospital Universitário Walter Cantídio, localizado na rua Pastor Samuel Munguba, 1290 – Rodolfo Teófilo, Fortaleza-CE, 60430-372 ou outra unidade de saúde pública mais próxima e irá acompanhá-lo até a alta médica.

Benefícios: A pesquisa não trará benefícios diretos aos participantes, mas contribuirá com o desenvolvimento científico e para a elaboração de um novo produto com finalidade funcional. E não receberá nenhum pagamento por participar da pesquisa. Na divulgação dos resultados desse estudo seu nome não será citado. Os dados coletados serão considerados confidenciais e usados somente para fins da pesquisa. A identidade do participante será mantida em segredo de acordo com o que a lei permite. E garantido o livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo.

Endereço dos responsáveis pela pesquisa:

Nome pesquisador 1:
Nome pesquisador 2:
Instituição: Universidade Federal do Ceará
Endereço: Av. Mister Hull, 2977, Campus Universitário do Pici. Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Tecnologia de Alimentos. CEP 60356-000 Fortaleza – CE
Telefones para contato: (85) 33669738

ATENÇÃO: Se você tiver alguma consideração ou dúvida, sobre a sua participação na pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFC/PROPESQ – Rua Coronel Nunes de Melo, 1000 - Rodolfo Teófilo, fone: 3366-8344/46. (Horário: 08:00-12:00 horas de segunda a sexta-feira). O CEP/UFC/PROPESQ é a instância da Universidade Federal do Ceará responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos.

O abaixo assinado _____, _____ anos, CPF: _____, declara que é de livre e espontânea vontade que está como participante de uma pesquisa. Eu declaro que li cuidadosamente este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e que, após sua leitura, tive a oportunidade de fazer perguntas sobre o seu conteúdo, como também sobre a pesquisa, e recebi explicações que responderam por completo minhas dúvidas.

Fortaleza, ____/____/2024

Nome do participante da pesquisa

Assinatura do participante da pesquisa


Nome do pesquisador

Assinatura

Nome do pesquisador

Assinatura

APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (EMBRAPA)

	TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO NÚMERO DO PARECER NO CEP: 3.117.036 (CONEP)
<p>Título do Projeto: Desenvolvimento de produto tipo barra com alto conteúdo proteico a base de torta parcialmente desidratada da amêndoa de castanha de caju.</p>	
<p>Pesquisador responsável por obter o consentimento:</p>	
<p>Pesquisador responsável pelos experimentos:</p>	
<p>Endereço:</p>	
<p>Email:</p>	<p>Fones:</p>
<p>Você está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a) desta pesquisa que tem como finalidade desenvolver novos produtos e processos de conservação de alimentos e bebidas, de forma a torná-los seguros, mas com elevado apelo sensorial para o consumidor. Sua tarefa será comparecer ao Laboratório de Análise Sensorial, quando solicitado, onde em cerca de 20 minutos realizará um teste sensorial sobre sua aceitação e preferência em relação aos produtos estudados. Você não terá nenhum tipo de despesa e nem será remunerado para participar desta pesquisa. Entretanto, esperamos que este estudo traga informações importantes para contribuir com o avanço do conhecimento científico e tecnológico, influenciando o desenvolvimento socioeconômico dos agentes envolvidos na cadeia produtiva em questão e para a sociedade como um todo.</p>	
<p>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. Os procedimentos adotados nesta pesquisa foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP). O CEP é um colegiado responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos. O papel do CEP neste estudo é garantir que as perguntas formuladas ao provador e a abordagem utilizada sejam eticamente adequadas de acordo com as diretrizes nacionais (Resolução nº 466/12 e Resolução nº 510/16 do Conselho Nacional de Saúde) e internacionais (CIOMS).</p>	
<p>Nenhum dos procedimentos utilizados oferece riscos à sua dignidade. O consumo deste produto também não oferece riscos à saúde, contudo se ocorrer algum desconforto durante ou até 12 h após a análise você receberá assistência médica integral e gratuita, pelo tempo que for necessário. Após a assinatura deste TCLE, caso ocorram danos à sua saúde decorrentes da sua participação nesta pesquisa, o patrocinador se responsabilizará por todos os gastos relativos aos exames e procedimentos necessários. Ainda lhe será garantido o sigilo que assegure a privacidade da sua identidade, como também a confidencialidade de todos os resultados obtidos, pois somente os pesquisadores terão acesso aos dados. Serão divulgados somente os dados relacionados aos objetivos desta pesquisa.</p>	
<p>Após estes esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre para participar desta pesquisa. Se concorda, por favor preencha e assine o documento. Você receberá uma cópia deste termo, onde constam e-mail e telefone do pesquisador responsável, podendo tirar dúvidas do projeto e de sua participação.</p>	
<p>Eu,, após ter recebido uma cópia deste Termo de Consentimento, ter lido as informações contidas no documento e ter tido a oportunidade de conversar com o pesquisador responsável para esclarecer todas as minhas dúvidas, acredito estar suficientemente informado(a) sobre o objetivo da pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Ficou claro para mim que minha participação é voluntária e que posso retirar este consentimento a qualquer momento, sem que isso leve a qualquer penalidade. Diante do exposto expresso de espontânea vontade minha concordância em participar como voluntário do projeto de pesquisa acima descrito.</p>	
<p>Fortaleza, de de 20.....</p>	
<p>_____</p> <p>Assinatura do voluntário</p>	
<p>_____</p> <p>Assinatura do responsável pela pesquisa</p>	
<p>_____</p> <p>Assinatura do responsável por obter o consentimento</p>	
<p>Endereço do Comitê de Ética: 8109 - Santa Casa de Misericórdia de Sobral R. Antônio Crisóstomo de Melo, 919 - Centro, Sobral – CE</p>	

APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (ACADEMIA)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

O Sr.(a) está sendo convidado a participar como voluntário de uma pesquisa intitulada: "DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO TIPO BARRA COM ALTO CONTEÚDO PROTEICO A BASE DE TORTA PARCIALMENTE DESENGORDURADA DA AMÊNDOA DE CASTANHA DE CAJU", realizada pelos pesquisadores _____ e _____. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, assegura os direitos como participante sendo elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e a outra com o pesquisador. Por favor, leia com atenção, aproveitando para tirar suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com pesquisador. Não haverá nenhum tipo de penalização caso você não aceite participar ou retire sua autorização em qualquer momento.

O **objetivo** da pesquisa é provar e avaliar 3 amostras de barra proteica de amêndoa de castanha de caju, com mistura de isolado de proteína de ervilha, maltodextrina, xarope de batata yacon, glicerina e manteiga de cacau. Sua tarefa será comparecer ao Clube do Vôlei. Você está sendo convidado a provar 3 amostras de barra proteica de amêndoa de castanha e caju, contendo 8g de cada, servidas em copos descartáveis, outro copo com água para limpar a boca entre o consumo das barras. Você deverá responder um questionário, sobre o quanto gostou ou desgostou, a sua intenção de compra se o produto estivesse a venda e os aspectos sensoriais (aparência, aroma, sabor, gosto residual). Levará em média 20 minutos para realizar o teste.

Riscos: Pessoas que apresentem **ALERGIA** ou algum grau de **INTOLERÂNCIA** aos ingredientes: **AMÊNDOA DE CASTANHA DE CAJU, ISOLADO DE PROTEÍNA DE ERVILHA, MALTODEXTRINA, XAROPE DE BATATA YACON, GLICERINA, MANTEIGA DE CACAU, CAFÉ SOLÚVEL E EXTRATO DE BAUNILHA, NÃO PODERÃO PARTICIPAR** da pesquisa pois são ingredientes utilizados na sua elaboração. Se houver necessidade de um atendimento médico de urgência por responsabilidade da pesquisa, o pesquisador principal irá conduzir o participante até o Hospital Universitário Walter Cantídio, localizado na rua Pastor Samuel Munguba, 1290 – Rodolfo Teófilo, Fortaleza-CE, 60430-372 ou outra unidade de saúde pública mais próxima e irá acompanhá-lo até a alta médica.

Benefícios: A pesquisa não trará benefícios diretos aos participantes, mas contribuirá com o desenvolvimento científico e para a elaboração de um novo produto com finalidade funcional. E não receberá nenhum pagamento por participar da pesquisa. Na divulgação dos resultados desse estudo seu nome não será citado. Os dados coletados serão considerados confidenciais e usados somente para fins da pesquisa. A identidade do participante será mantida em segredo de acordo com o que a lei permite. E garantido o livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo.

Endereço dos responsáveis pela pesquisa:

Nome pesquisador 1:
Nome pesquisador 2:
Instituição: Universidade Federal do Ceará
Endereço: Av. Mister Hull, 2977, Campus Universitário do Pici. Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Tecnologia de Alimentos. CEP 60356-000 Fortaleza – CE
Telefones para contato: (85) 33669738

ATENÇÃO: Se você tiver alguma consideração ou dúvida, sobre a sua participação na pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFC/PROPESQ – Rua Coronel Nunes de Melo, 1000 - Rodolfo Teófilo, fone: 3366-8344/46. (Horário: 08:00-12:00 horas de segunda a sexta-feira). O CEP/UFC/PROPESQ é a instância da Universidade Federal do Ceará responsável pela avaliação e acompanhamento dos aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos.

O abaixo assinado _____, _____ anos, CPF: _____, declara que é de livre e espontânea vontade que está como participante de uma pesquisa. Eu declaro que li cuidadosamente este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e que, após sua leitura, tive a oportunidade de fazer perguntas sobre o seu conteúdo, como também sobre a pesquisa, e recebi explicações que responderam por completo minhas dúvidas.

Fortaleza, ____/____/2024

 Nome do participante da pesquisa

 Assinatura do participante da pesquisa

 Nome do pesquisador

 Assinatura

 Nome do pesquisador

 Assinatura

APÊNDICE D – FICHA ANÁLISE SOCIODEMOGRÁFICA (UFC)

PROVADOR

Nº

ANÁLISE SENSORIAL DE BARRA PROTEICA DE CASTANHA DE CAJU

Nome: _____ Sexo: M () F ()

Faixa etária: () 18 a 20; () 21 a 30; () 31 a 40; () 41 a 50; () acima de 50

Escolaridade: _____

➤ **Questões relativas aos hábitos de consumo.**

- Você é vegetariano ou vegano? () Sim () Não
- Você tem o costume de comer barra proteica? () Sim () Não
- Você já comeu barra de proteína SOMENTE de origem vegetal (sem adição de leite ou qualquer alimento de origem animal)? () Sim () Não () Talvez
- Em que momento você consome barra proteica?
() Lanche () Refeição () Dieta () Pós-treino () Raramente () Nunca
- Por que você consome barra proteica?
() Hábito () Preferência () É saudável () Para aumentar a proteína da dieta () Não tenho hábito

APÊNDICE E – FICHA ANÁLISE SENSORIAL: TESTE DE ACEITAÇÃO, INTENÇÃO DE COMPRA, CATA E RATA (ALUNOS DO IEFS – UFC)

1ª AMOSTRA – Nº _____

2.1) Avalie utilizando a escala abaixo, o quanto você gostou ou desgostou da amostra:



ESCALA:

9. Gostei extremamente;
8. Gostei muito;
7. Gostei moderadamente;
6. Gostei ligeiramente;
5. Nem gostei/Nem desgostei;
4. Desgostei ligeiramente;
3. Desgostei moderadamente;
2. Desgostei muito;
1. Desgostei extremamente.

Nº da amostra	Valor da escala				
	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Aceitação Global

3.1) Baseando-se na aceitação global, indique utilizando a escala abaixo sua intenção de compra se este produto estivesse à venda.

ESCALA:

5. Certamente compraria;
4. Possivelmente compraria;
3. Talvez comprasse/Talvez não comprasse;
2. Possivelmente não compraria;
1. Certamente não compraria;

Nº da amostra	Intenção de compra

4.1) Agora, marque um "X" ao lado do Termo que você percebeu na amostra (**MARQUE QUANTOS TERMOS ACHAR NECESSÁRIO**) e Avalie a Intensidade de Termo que você marcou, em uma escala de 5 pontos: (1 = "Muito fraco", 2 = "Fraco", 3 = "Médio", 4 = "Forte", 5 = "Muito forte"):

Ausente	Muito Fraco	Fraco	Médio	Forte	Muito Forte
0	1	2	3	4	5

Nº amostra	Atributo	Termo	Intensidade
_____	Aparência	<input type="checkbox"/> Homogêneo	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
		<input type="checkbox"/> Brilhoso	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
		<input type="checkbox"/> Cor Amarela	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
		<input type="checkbox"/> Cor pálida	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
	Aroma	<input type="checkbox"/> Doce	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
		<input type="checkbox"/> Característico de castanha de caju	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
		<input type="checkbox"/> Ácido/azedo	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
		<input type="checkbox"/> Vegetal	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
	Sabor	<input type="checkbox"/> Adocicado	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
		<input type="checkbox"/> Característico de castanha de caju	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
		<input type="checkbox"/> Ácido/azedo	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
	Textura	<input type="checkbox"/> Macio	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
		<input type="checkbox"/> Duro	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
		<input type="checkbox"/> Quebradiço	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
		<input type="checkbox"/> Mole	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
	Gosto residual	<input type="checkbox"/> Doce	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
		<input type="checkbox"/> Amargo	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
		<input type="checkbox"/> Neutro	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
		<input type="checkbox"/> Adstringente	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5

Deixe aqui seus comentários e observações:

APÊNDICE F – FICHA ANÁLISE SOCIODEMOGRÁFICA (EMBRAPA)

PROVADOR

Nº **ANÁLISE SENSORIAL DE BARRA PROTEICA DE CASTANHA DE CAJU**

Nome: _____ Sexo: M () F ()

Faixa etária: () 18 a 20; () 21 a 30; () 31 a 40; () 41 a 50; () acima de 50

Escolaridade: _____

➤ Questões relativas aos hábitos de consumo.

- Você é vegetariano ou vegano? () Sim () Não
- Você tem o costume de comer barra proteica? () Sim () Não
- Você já comeu barra de proteína SOMENTE de origem vegetal (sem adição de leite ou qualquer alimento de origem animal)? () Sim () Não () Talvez
- Em que momento você consome barra proteica?
() Lanche () Refeição () Dieta () Pós-treino () Raramente () Nunca
- Por que você consome barra proteica?
() Hábito () Preferência () É saudável () Para aumentar a proteína da dieta () Não tenho hábito

APÊNDICE G – FICHA ANÁLISE SENSORIAL: TESTE DE ACEITAÇÃO, INTENÇÃO DE COMPRA E CATA (EMBRAPA)

PROVADOR

ANÁLISE SENSORIAL DE BARRA PROTEICA DE TORTA DE AMENDOIA DE CASTANHA DE CAJU

NOME: _____ DATA: ____/____/____

Você irá avaliar três (03) amostras de barra proteica de torta de amêndoa de castanha de caju codificadas, por gentileza prove as amostras e avalie os atributos abaixo seguindo as orientações abaixo:

AMOSTRA

1. Por favor, analise a aparência da amostra, cheire e depois prove-a. Indique o quanto você gostou ou desgostou da amostra de um modo **GERAL (aceitação global)**, fazendo um X no termo da escala hedônica que mais expressa sua opinião.

ACEITAÇÃO GLOBAL	Escala Hedônica	Comentários: _____ _____ _____
	 Desgostei muitíssimo Desgostei muito Desgostei pouco Nem gostei nem desgostei Gostei pouco Gostei muito Gostei muitíssimo	

2. Agora indique o quanto você gostou ou desgostou apenas da **APARÊNCIA**, individualmente:

APARÊNCIA	Escala Hedônica	Comentários: _____ _____ _____
	 Desgostei muitíssimo Desgostei muito Desgostei pouco Nem gostei nem desgostei Gostei pouco Gostei muito Gostei muitíssimo	

4. Indique o quanto você gostou ou desgostou apenas do **AROMA**, individualmente:

AROMA	Escala Hedônica	Comentários: _____ _____ _____
	 Desgostei muitíssimo Desgostei muito Desgostei pouco Nem gostei nem desgostei Gostei pouco Gostei muito Gostei muitíssimo	

5. Indique o quanto você gostou ou desgostou apenas do **SABOR**, individualmente:

SABOR	Escala Hedônica	Comentários: _____ _____ _____
	 Desgostei muitíssimo Desgostei muito Desgostei pouco Nem gostei nem desgostei Gostei pouco Gostei muito Gostei muitíssimo	

6. Indique o quanto você gostou ou desgostou apenas da **TEXTURA**, individualmente:

TEXTURA	Escala Hedônica	Comentários: _____ _____ _____
	 Desgostei muitíssimo Desgostei muito Desgostei pouco Nem gostei nem desgostei Gostei pouco Gostei muito Gostei muitíssimo	

7. **DIAGNÓSTICO DE ATRIBUTOS:** Agora, marque um "X" ao lado do Termo que você percebeu na amostra (**MARQUE QUANTOS TERMOS ACHAR NECESSÁRIO**):

Atributo	Termo
Aparência	<input type="checkbox"/> Uniforme <input type="checkbox"/> Homogêneo <input type="checkbox"/> Brilhoso <input type="checkbox"/> Cor Amarela <input type="checkbox"/> Cor marrom

Aroma	<input type="checkbox"/> Doce <input type="checkbox"/> Característico de castanha de caju <input type="checkbox"/> Ácido <input type="checkbox"/> Vegetal <input type="checkbox"/> Baunilha <input type="checkbox"/> Café
Sabor	<input type="checkbox"/> Doce <input type="checkbox"/> Característico de castanha de caju <input type="checkbox"/> Ácido <input type="checkbox"/> Baunilha <input type="checkbox"/> Café
Textura	<input type="checkbox"/> Macio <input type="checkbox"/> Quebradiço <input type="checkbox"/> Arenosa
Sabor/Sensação residual	<input type="checkbox"/> Doce <input type="checkbox"/> Amargo <input type="checkbox"/> Adstringente <input type="checkbox"/> Baunilha <input type="checkbox"/> Café

8. Por fim, utilizando a escala abaixo, indique sua atitude de compra caso você encontrasse esse produto à venda no mercado:

Certamente compraria

Provavelmente compraria

Talvez comprasse, talvez não comprasse

Provavelmente não compraria

Certamente não compraria

Comentários: _____

Terminada a avaliação da 1ª amostra, tome um pouco de água e realize a avaliação das demais amostras da mesma forma que a anterior.

APÊNDICE H – FICHA ANÁLISE SOCIODEMOGRÁFICA (ACADEMIA)PROVADOR

Nº

ANÁLISE SENSORIAL DE BARRA PROTEICA DE CASTANHA DE CAJU

Nome: _____ Sexo: M () F ()

Faixa etária: () 18 a 20; () 21 a 30; () 31 a 40; () 41 a 50; () acima de 50

Escolaridade: _____

➤ Questões relativas aos hábitos de consumo.

- Você é vegetariano ou vegano? () Sim () Não
- Você conhece e já consumiu barra proteica? () Sim () Não
- Você tem o costume de comer barra proteica? () Sim () Não
- Em que momento você consome barra proteica?
() Lanche () Refeição () Dieta () Pós-treino () Raramente () Nunca
- Por que você consome barra proteica?
() Hábito () Preferência () É saudável () Para aumentar a proteína da dieta () Não tenho hábito

APÊNDICE J – TERMOS DESCRITIVOS TESTE CATA E RATA

Termos descritivos – CATA e RATA			
Aparência	Aroma	Sabor	Textura
Uniforme	Aroma doce	Sabor doce	Macia
Homogênea	Aroma característico de ACC	Sabor característico de ACC	Quebradiça
Brilhosa	Aroma ácido	Sabor ácido	Arenosa
Cor amarela	Aroma vegetal	Sabor de baunilha	
Cor marrom	Aroma de baunilha	Sabor de café	
Uniforme	Aroma de café		
Gosto residual			
Gosto doce			
Gosto amargo			
Gosto adstringente			
Gosto baunilha			
Gosto café			

*ACC: Amêndoa de castanha de caju