



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS

BÁRBARA ALVES CHAGAS

ANÁLOGO DE QUIBE À BASE DE FIBRA DE CAJU, LENTILHA E MACROALGA
(*Kappaphycus alvarezii*): PRODUÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E ESTUDO DE
ESTABILIDADE

FORTALEZA

2024

BÁRBARA ALVES CHAGAS

ANÁLOGO DE QUIBE À BASE DE FIBRA DE CAJU, LENTILHA E MACROALGA
(*Kappaphycus alvarezii*): PRODUÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E ESTUDO DE
ESTABILIDADE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Ítalo Waldimiro Lima de França.

Coorientadora: Dra. Selene Daiha Benevides.

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)

- C424a Chagas, Bárbara Alves.
Análogo de quibe à base de fibra de caju, lentilha e macroalga (*Kappaphycus alvarezii*) : produção, caracterização e estudo de estabilidade / Bárbara Alves Chagas. – 2024.
57 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Engenharia de Alimentos, Fortaleza, 2024.
Orientação: Prof. Dr. Ítalo Waldimiro Lima de França.
Coorientação: Profa. Dra. Selene Daiha Benevides.
1. Análogos cárneos. 2. Alimentos plant-based. 3. Vida de prateleira. 4. Análise sensorial. I. Título.
CDD 664
-

BÁRBARA ALVES CHAGAS

ANÁLOGO DE QUIBE À BASE DE FIBRA DE CAJU, LENTILHA E MACROALGA
(*Kappaphycus alvarezii*): PRODUÇÃO, CARACTERIZAÇÃO E ESTUDO DE
ESTABILIDADE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia de Alimentos do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ítalo Waldimiro Lima de França (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dra. Selene Daiha Benevides (Coorientadora)
Embrapa Agroindústria Tropical (EMBRAPA)

Prof^ª. Dra. Larissa Moraes Ribeiro da Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Eng. Juliana Maria Rabeilo Bessa
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

A minha mãe, Helena.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus e à Nossa Senhora Virgem Maria, pelo milagre da vida e pela intercessão e proteção. Pela força, sabedoria e coragem necessárias para transpor todos os desafios ao longo dessa jornada, pelas bênçãos das pequenas vitórias todos os dias, e, finalmente, pela graça de concluir mais uma etapa em minha vida.

À minha mãe, Helena Alves, minha primeira referência e maior incentivadora, pelos sacrifícios e pelo exemplo de trabalho árduo, honestidade e responsabilidade. Pela dedicação, paciência, amor integral e apoio incondicional às minhas escolhas.

À Universidade Federal do Ceará (UFC), minha casa de formação, por permitir a realização desse grande sonho e pela riqueza de oportunidades que contribuíram no meu desenvolvimento profissional e pessoal.

Aos meus colegas de graduação, em especial à Karoline Rodrigues e Myrela Torres, pela partilha de conhecimentos, alegrias e dificuldades ao longo desse período.

Ao corpo docente do Departamento de Engenharia de Alimentos, em particular à Kaliana Eça, Juliane Döering, Andréa Aquino, Marcos Afonso, Ítalo Waldimiro e Rafael Zambelli, pelo exemplo e incentivo, pela sensibilidade, confiança e oferta de oportunidades, pela partilha de experiências e por apresentar o mundo de possibilidades da área de alimentos.

Ao meu orientador Prof. Dr. Ítalo Waldimiro Lima de França, pela excelente orientação, disposição e dedicação em ensinar, compreensão e paciência.

À pesquisadora Dra. Selene Daiha Benevides, pela excelente orientação, oferta de diversas oportunidades, disposição e paciência em ensinar.

À Embrapa Agroindústria Tropical (CNPAT), pelas oportunidades de aprendizagem, além da utilização da infraestrutura para o desenvolvimento da pesquisa.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo suporte financeiro através da bolsa de iniciação científica; e à organização sem fins lucrativos Good Food Institute (GFI) pelo apoio e financiamento do projeto.

Aos colegas e funcionários da Embrapa Agroindústria Tropical, especialmente à Juliana, Vinicius, Yago, Leônia, Vitória, Maryana, Kelvi, Vitor, Anderson, Diego, Yasmim e Bárbara, pela recepção e acolhimento, pelas reflexões, críticas, sugestões e bons momentos.

Aos participantes da banca examinadora, Prof^a. Dra. Larissa Morais e Eng. Juliana Bessa, pela disponibilidade e pelas valiosas colaborações e sugestões.

Por fim, a todos que colaboraram direta ou indiretamente para a realização da pesquisa, o meu muito obrigada!

“Durante toda a minha vida, as novas descobertas sobre a natureza me alegraram como uma criança.” (Marie Curie).

RESUMO

O rápido crescimento da população mundial tem intensificado a necessidade de aumentar a produção de alimentos, colocando maior pressão sobre os recursos naturais e seu melhor aproveitamento. Os consumidores estão mais atentos ao que compram, mostrando maior preocupação com a saúde, o meio ambiente e o bem-estar animal, o que vem impulsionando o mercado de alimentos *plant-based* e resultando na busca por ingredientes vegetais alternativos aos de origem animal. Desse modo, o objetivo do presente trabalho foi produzir, caracterizar e avaliar a aceitação sensorial de um análogo de quibe à base de fibra de caju, lentilha e macroalga (*Kappaphycus alvarezii*) ao longo de 343 dias armazenado a -18 °C. A caracterização do produto com relação à composição centesimal (umidade, lipídios, proteínas, cinzas, carboidratos por diferença, valor calórico) foi realizada no primeiro e último tempo do estudo de estabilidade. A avaliação microbiológica (*Escherichia coli*, *Salmonella*, *Staphylococcus* e Aeróbios mesófilos) foi conduzida durante 6 tempos de estudo da estabilidade, antes de cada avaliação sensorial. A aceitação global e a intenção de compra foram avaliadas por 45-60 provadores não treinados, segundo escala hedônica de 9 pontos (1-desgostei muitíssimo a 9-gostei muitíssimo), e de 5 pontos (1-certamente não compraria a 5-certamente compraria), respectivamente. O produto apresentou composição centesimal média de 70,02 % de umidade, 1,41 % de lipídios, 3,92 % de proteínas, 2,85 % de cinzas e 21,82 % de carboidratos, além de valor energético médio de 115,55 kcal/100g de produto. Ao longo do período de estudo, o produto atingiu aceitação global média de 6,7 (escala de 1 a 9), e 3,4 para intenção de compra (escala de 1 a 5). Os resultados indicaram que o produto pode ser armazenado congelado por 343 dias sem grandes alterações em suas características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais. Portanto, o análogo apresenta potencial de mercado, com novas possibilidades para o aproveitamento da fibra de caju e uso promissor de macroalgas e proteínas alternativas em produtos *plant-based*.

Palavras-chave: análogos cárneos; alimentos *plant-based*; vida de prateleira; análise sensorial.

ABSTRACT

The rapid growth of the world's population has intensified the need to increase food production, putting greater pressure on natural resources and their better use. Consumers are more attentive to what they buy, showing greater concern for health, the environment and animal welfare, which has boosted the plant-based food market and resulted in the search for alternative plant ingredients to those of animal origin. The aim of this study was to produce, characterize and evaluate the sensory acceptance of a kibbeh analogue based on cashew fibre, lentils and macroalgae (*Kappaphycus alvarezii*) over 343 days stored at -18 °C. The characterization of the product in terms of its centesimal composition (moisture, lipids, proteins, ash, fibre, carbohydrates by difference, caloric value) was carried out at the first and last times of the stability study. The microbiological evaluation (*Escherichia coli*, *Salmonella*, *Staphylococcus* and *Mesophilic Aerobes*) was carried out during 6 stability study times, before each sensory evaluation. Overall acceptance and intention to buy were evaluated by 45-60 untrained tasters, using a 9-point hedonic scale (1-very much dislike to 9-very much like) and a 5-point scale (1-certainly would not buy to 5-certainly would buy), respectively. The product had an average centesimal composition of 70.02 % moisture, 1.41 % lipids, 3.92 % protein, 2.85 % ash, 7.75 % fiber and 21.82 % carbohydrates, as well as an average energy value of 115.55 kcal/100g of product. Over the study period, the product achieved an average overall acceptance rating of 6.7 (on a scale of 1 to 9), and 3.4 for purchase intention (on a scale of 1 to 5). The results indicated that the product can be stored frozen for 343 days without major changes to its physicochemical, microbiological and sensory characteristics. Therefore, the analog has market potential, with new possibilities for the use of cashew fiber and the promising use of macroalgae and alternative proteins in plant-based products.

Keywords: meat analogues; plant-based foods; shelf life; sensory analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Comparação da variação global estimada, em 2018, da utilização dos solos (a), das retiradas de água doce (b) e das emissões de gases com efeito de estufa (c) causadas pela produção de diferentes fontes de proteína	20
Figura 2	– Alternativas cárneas <i>plant-based</i> mais conhecidas e consumidas por brasileiros entre 2022 e 2024	23
Figura 3	– Morfologia do caju	25
Figura 4	– Primeiro análogo de hambúrguer à base de algas do mundo, o Kelp Burger	29
Figura 5	– Linhagens marrom, verde e vermelha de <i>Kappaphycus alvarezii</i> plantadas em redes tubulares	30
Figura 6	– Tipos de quibe: (a) cru; (b) frito; (c) assado	32
Figura 7	– Fibra de caju processada em prensa expeller, liofilizada em ciclo de 16 h e triturada em moinho de corte (2x) (a); Massa proteica da lentilha obtida a partir do processamento da lentilha demolhada (72 h) (b)	35
Figura 8	– Alga: (a) <i>in natura</i> higienizada em água corrente; (b) liofilizada em ciclo de 16 h; (c) triturada em processador e moinho analítico	35
Figura 9	– Moldagem do análogo de quibe à base de fibra de caju, lentilha e macroalga (AQFLM)	37
Figura 10	– Análogo de quibe à base de fibra de caju, lentilha e macroalga (AQFLM): (a) assado; (b) apresentação para avaliação sensorial	40
Figura 11	– Frequências (%) dos escores por região da escala hedônica para os atributos de Aceitação Global (a), Sabor (b), Aparência (c), Textura (d) e Intenção de compra (e) do análogo de quibe à base de fibra de caju, lentilha e macroalga (AQFLM) ao longo de 343 dias	45
Figura 12	– Médias da intensidade dos atributos sensoriais descritores do análogo de quibe à base de fibra de caju, lentilha e macroalga (AQFLM) ao longo de 343 dias	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Principais grupos de fontes proteicas vegetais	24
Tabela 2	– Composição centesimal da fibra de caju liofilizada	26
Tabela 3	– Comparação do valor nutricional (em 100 gramas) de leguminosas cruas	27
Tabela 4	– Composição centesimal aproximada da <i>Kappaphycus alvarezii</i>	31
Tabela 5	– Ingredientes utilizados na elaboração do análogo de quibe à base de fibra de caju, lentilha e macroalga (AQFLM)	36
Tabela 6	– Composição físico-química e valor energético do análogo de quibe à base de fibra de caju, lentilha e macroalga (AQFLM) no tempo inicial (27 dias) e final (343 dias) do estudo de estabilidade	41
Tabela 7	– Composição nutricional média, em base úmida, do análogo de quibe à base de fibra de caju, lentilha e macroalga (AQFLM) e de produtos semelhantes disponíveis no mercado	42
Tabela 8	– Resultados das análises microbiológicas do análogo de quibe à base de fibra de caju, lentilha e macroalga (AQFLM) ao longo de 343 dias	43
Tabela 9	– Médias da avaliação sensorial do análogo de quibe à base de fibra de caju, lentilha e macroalga (AQFLM) ao longo de 343 dias	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AQFLM	Análogo de quibe à base de fibra de caju, lentilha e macroalga
ACC	Amêndoa da castanha do caju
AOAC	<i>Association of Official Agricultural Chemists</i>
Conab	Companhia Nacional de Abastecimento
Conep	Comitê Nacional de Ética em Pesquisa
EAA	Aminoácidos essenciais
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
FDI	Fibra Dietética Alimentar Insolúvel
GEE	Gases de efeito estufa
GFI	<i>Good Food Institute</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MAPA	Ministério da Agricultura e Pecuária
PBMA	<i>Plant-based meat alternatives</i>
POA	Produtos de origem animal
PTS	Proteína texturizada de soja
S.A.	Sociedade Anônima
SDF	Fibra Dietética Alimentar Solúvel
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TDF	Fibra Dietética Alimentar Total

LISTA DE SÍMBOLOS

US\$	Dólar americano
%	Porcentagem
R\$	Real
°C	Grau Celsius
±	Mais ou menos
<	Menor que

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	OBJETIVOS	18
2.1	Objetivo geral	18
2.2	Objetivos específicos	18
3	REFERENCIAL TEÓRICO	19
3.1	Demandas do mercado alimentício no século XXI	19
3.2	Evolução do mercado de alimentos <i>plant-based</i>	21
3.3	Análogos <i>plant-based</i> de produtos cárneos	23
3.4	Matérias-primas utilizadas em análogos cárneos <i>plant-based</i>	24
3.4.1	<i>Fibra de caju</i>	25
3.4.2	<i>Leguminosas (pulses)</i>	26
3.4.2.1	<i>Lentilha</i>	27
3.4.3	<i>Algas</i>	28
3.4.3.1	<i>Kappaphycus alvarezii</i>	30
3.5	Quibe (Kibe)	32
4	MATERIAIS E MÉTODOS	34
4.1	Material	34
4.2	Métodos	34
4.2.1	<i>Processamento das matérias-primas</i>	34
4.2.1.1	<i>Tratamento do bagaço e obtenção da fibra de caju</i>	34
4.2.1.2	<i>Preparo da massa de lentilha</i>	34
4.2.1.3	<i>Tratamento da alga (Kappaphycus alvarezii)</i>	35
4.2.2	<i>Formulação do quibe vegetal</i>	36
4.2.3	<i>Processo de fabricação do quibe vegetal</i>	37
4.2.4	<i>Caracterização físico-química</i>	37
4.2.4.1	<i>Umidade</i>	37
4.2.4.2	<i>Lipídios</i>	38
4.2.4.3	<i>Proteínas</i>	38
4.2.4.4	<i>Cinzas</i>	38
4.2.4.5	<i>Carboidratos</i>	38

4.2.4.6	<i>Valor energético</i>	38
4.2.5	<i>Avaliação microbiológica</i>	39
4.2.6	<i>Avaliação sensorial</i>	39
4.2.7	<i>Análise estatística</i>	40
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
5.1	Análises físico-químicas	41
5.2	Análises microbiológicas	43
5.3	Análise sensorial	43
6	CONCLUSÃO	47
	REFERÊNCIAS	47
	ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA O PROVADOR DE SENSORIAL	58
	ANEXO B – FICHA DE ANÁLISE SENSORIAL	59

1 INTRODUÇÃO

Estima-se que a população mundial ultrapassará os nove bilhões de pessoas até 2050, crescendo tanto em número quanto em demanda por recursos. A produção de proteína animal no mundo atingirá 377 milhões de toneladas até 2031, com 56% concentrada na China, nos Estados Unidos, no Brasil e na Índia (IISD, 2020; OECD; FAO, 2022). A expansão dessa produção ocorre sob intensas pressões sobre os recursos naturais e as emissões de gases de efeito estufa (GEE). Nesse contexto, o desafio da produção alimentícia no século XXI reside em atender ao aumento da demanda enquanto se adota práticas sustentáveis que preservem os recursos naturais, de modo a satisfazer as necessidades e exigências do consumidor e, ao mesmo tempo, evitar catástrofes ambientais (MILANEZ et al., 2023).

Com a rápida difusão de informações e o aumento do poder de compra, foi possível acompanhar a mudança das tendências mundiais de consumo de alimentos nos últimos anos. Os consumidores têm se mostrado mais cuidadosos com os produtos que compram, demonstrando maior preocupação com a saúde e comprometimento com o meio ambiente e o bem-estar animal, além de buscar uma experiência sensorial satisfatória e preço justo. Assim, o veganismo e o vegetarianismo, antes vistos como práticas extremistas, estão agora sendo adotados por mais pessoas. Dados de 2018, do Ibope Inteligência, mostraram que 14% da população brasileira considera-se vegetariana. Já uma pesquisa realizada pela Ingredion, em parceria com a Consultoria Opinaia, revelou que entre 2016 e 2021 houve um aumento de 300% no volume de buscas pelo termo “vegano” no país (EUROMONITOR INTERNATIONAL, 2019; SVB, 2022).

Em 2020, 90% dos brasileiros alegaram buscar uma alimentação mais saudável e nutritiva em produtos vegetais. A série de estudos “O Consumidor Brasileiro e o Mercado *Plant-Based*”, do GFI Brasil, apontou um crescimento de 29% para 67% na quantidade de pessoas diminuindo o consumo de carne entre 2018 e 2022. O estudo de 2023, da mesma série, demonstrou que 21% dos brasileiros se consideram flexitarianos (GFI BRASIL, 2018, 2022, 2024; SVB, 2022). Nesse sentido, o número crescente de consumidores adotando essas dietas - vegana, vegetariana e flexitariana - fez ascender a procura e estimulou o desenvolvimento de alimentos à base de plantas. O Brasil tornou-se o maior consumidor de alimentos *plant-based* da América Latina, seguido por México e Chile, com faturamento de R\$ 821 milhões em 2022 (ABIA, 2023; FISPAL TECNOLOGIA, 2024). O público flexitariano, que possui uma dieta menos restritiva e representam a maior percentagem entre esses três grupos, passou a ser o público-alvo da indústria *plant-based*, já que os dados indicam que o consumidor deseja reduzir

o consumo de proteína animal, sem eliminá-la completamente da dieta (MCCLEMENTS; GROSSMANN, 2022).

Análogos *plant-based* de produtos cárneos, também chamados de carne vegetal ou à base de plantas, são alimentos com propriedades organolépticas (cor, sabor, textura e aparência) e nutricionais similares às da carne convencional, podendo ser elaborados a partir de várias proteínas vegetais, bem como fungos e algas marinhas (LUZ et al., 2022). As leguminosas são matérias-primas comumente utilizadas na elaboração desse tipo de alimento, por favorecerem o alcance dessas características, sendo fontes de proteínas, fibras, vitaminas e minerais, e contribuírem na textura e aparência dos produtos. Dentre as leguminosas mais populares, a lentilha destaca-se pelo teor de proteínas mais alto e por colaborar na definição da textura do produto (PACHECO; SADAHIRA, 2022).

A fibra de caju também se destaca como ingrediente substituto, especialmente para o alcance da textura de derivados cárneos. O caju é um importante produto para a economia brasileira, sendo produzido majoritariamente no Nordeste (99%). Contudo, o pedúnculo - que corresponde a 90% do caju - ainda tem baixo aproveitamento e alto índice de desperdício. O bagaço (fibra de caju), proveniente da extração do suco, contém teores significativos de carotenoides, fibras e proteínas, podendo agregar em cor, textura e nutrientes em análogos cárneos (MACIEL, 2022; SILVA NETO, 2021).

Outra matéria-prima promissora são as algas, divididas em microalgas (organismos microscópicos unicelulares dotados de pigmentos e fotoautotróficos) e macroalgas (organismos pluricelulares e macroscópicos, cujo comprimento pode variar até 70 metros), consumidas há séculos e tendo seu uso emergindo como ingredientes alimentares funcionais. As macroalgas vermelhas, por sua vez, possuem um perfil de aminoácidos essenciais comparável à ovoalbumina, representando uma alternativa sustentável às proteínas animais (RAWIWAN et al., 2022).

Diante das perspectivas de crescimento do mercado de alimentos *plant-based*, o presente trabalho tem o objetivo de produzir, caracterizar e avaliar a aceitação de um análogo de quibe à base de fibra de caju, lentilha e macroalga (AQFLM). O AQFLM apresenta-se como um análogo cárneo alternativo, diversificando as opções nas prateleiras dos supermercados para atender à demanda por alimentos *plant-based* mais saudáveis e sustentáveis. É uma opção viável para quem segue dietas veganas, vegetarianas ou flexitarianas, bem como para alérgicos e pessoas com restrições alimentares.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Produzir um análogo de quibe à base de fibra de caju, lentilha e macroalga (*Kappaphycus alvarezii*) e avaliar suas características físico-químicas, microbiológicas e aceitação sensorial ao longo de 343 dias.

2.2 Objetivos específicos

Com o intuito de atingir o objetivo geral apresentado, os seguintes objetivos específicos foram estabelecidos:

- Estabelecer um processo de obtenção de um análogo *plant-based* de quibe a partir da fibra de caju, da lentilha e da *Kappaphycus alvarezii*;
- Avaliar a qualidade físico-química e microbiológica do produto ao longo dos 343 dias de estudo;
- Realizar a caracterização físico-química (umidade, lipídios, proteínas, cinzas e carboidratos) do produto e comparar com produtos semelhantes no mercado;
- Determinar os atributos sensoriais descritos do produto a partir da percepção dos provadores;
- Verificar a aceitação do produto e a intenção de compra através de testes sensoriais ao longo do período de estudo.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Demandas do mercado alimentício no século XXI

Desde o início do século XX, a população mundial aumentou de pouco mais de 1,5 bilhão para mais de 8 bilhões de pessoas em 2024. As estimativas indicam que esse número de pessoas aumentará para 8,5 bilhões até 2030 e 9,9 bilhões em 2050 (IISD, 2020; MORSE, 2023; OECD; FAO, 2021; US CENSUS BUREAU, 2022). Esse crescimento populacional acelerado apresenta um desafio significativo para a produção de alimentos, demandando não somente uma maior quantidade de comida, mas também uma produção sustentável e capaz de preservar os recursos naturais.

Segundo Buainain, Garcia e Vieira (2016), as transformações demográficas têm um efeito considerável sobre o mercado de alimentos e os desafios alimentares do século XXI, destacando-se não só pela expansão da população, mas principalmente pelas novas demandas impostas pelos consumidores. Outrora, a produção alimentícia concentrava-se apenas em reduzir a possibilidade de escassez absoluta, sacrificando os recursos naturais e causando problemas ambientais. No contexto atual, todavia, elevações de produtividade e reduções de custos não podem mais ser obtidas em detrimento do meio ambiente; seja para evitar catástrofes ambientais, seja em prol de satisfazer as exigências dos consumidores.

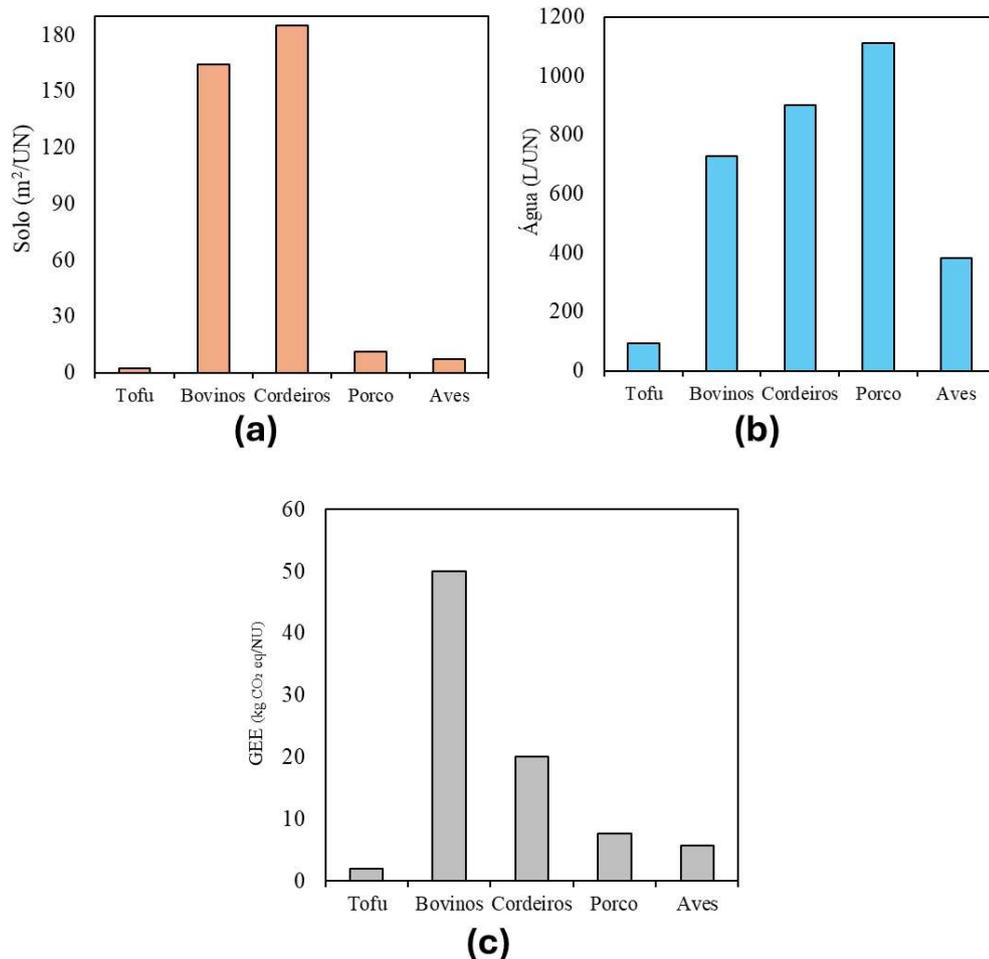
Com o advento da globalização e urbanização, fatores como a difusão de informações em massa e aumento do poder de compra influenciaram as mudanças nos hábitos de consumo e nas preferências dos consumidores. Ribeiro, Jaime e Ventura (2017) salientam que o hábito de comer é um ato social significativo que pode criar novos valores e promover a sustentabilidade no estilo de vida. É conveniente frisar, também, que a mudança de hábitos alimentares é um fator tão relevante quanto o aumento da demanda para entender as dinâmicas do mercado global de alimentos.

O consumidor mostra-se cada vez mais exigente, requisitando dos produtos e serviços, além de qualidade e preços justos, aspectos como sensorialidade, saudabilidade, bem-estar, conveniência, praticidade, sustentabilidade e ética. Além disso, cada vez mais dar atenção ao processo de produção, preocupando-se com os insumos utilizados, a sustentabilidade ambiental e social da tecnologia empregada, a mão de obra utilizada, a localização da produção e a logística envolvida. Dessa forma, a competitividade agora é determinada pela capacidade de responder a essas exigências e preferências dos consumidores; e, no futuro, dependerá da

habilidade de antecipá-las e transformá-las em valor agregado e inovações tecnológicas (BARBOSA et al., 2010; BUAINAIN; GARCIA; VIEIRA, 2016).

Nesse contexto, gradativamente mais tem-se discutido a relação entre alimentação, saúde humana e sustentabilidade planetária; dado que, em escala global, o sistema produtivo de alimentos provoca destruição e desperdício. Segundo Walter Willett MD, professor na Faculdade de Saúde Pública de Harvard, consumir predominantemente alimentos à base de plantas e diminuir a ingestão de produtos de origem animal (POA) traz vantagens tanto para a saúde quanto para o meio ambiente; isso porque, como apresentado no Figura 1, a produção de proteína animal requer mais insumos em comparação a alternativas vegetais, com a ocupação de grandes extensões de terra e o grande consumo de água; além de contribuir significativamente nas emissões de gases do efeito estufa (ASCHEMANN-WITZEL et al., 2021; COSTA et al., 2024; THE LANCET, 2019).

Figura 1 – Comparação da variação global estimada, em 2018, da utilização dos solos (a), das retiradas de água doce (b) e das emissões de gases com efeito de estufa (c) causadas pela produção de diferentes fontes de proteína.



Fonte: McClements e Grossmann (2022, p. 6, com adaptações).

Cassol e Schneider (2015) destacam que entender a relação entre métodos de produção e comercialização e os padrões de consumo é essencial para promover práticas sustentáveis em ambas as áreas. Sob esse viés, o setor de alimentos vem empenhando-se no desenvolvimento de maneiras mais sustentáveis e saudáveis de produção, buscando a adoção de práticas agrícolas eficientes e inovações tecnológicas. Dessa forma, um sistema produtivo alimentar sustentável precisa garantir a disponibilidade de alimentos nutritivos e suficientes para todos; e os alimentos *plant-based*, por sua vez, representam uma tendência recente e em expansão que pode contribuir para atingir esses objetivos (ASCHEMANN-WITZEL et al., 2021).

3.2 Evolução do mercado de alimentos *plant-based*

Inicialmente, o termo *plant-based* foi proposto pelo bioquímico nutricional Thomas Colin Campbell (1980) para uma dieta alimentar baseada em alimentos vegetais ricos em fibras e com baixo teor de gordura, centrada na promoção da saúde. Ao longo do tempo, a expressão deixou de ser empregada apenas para alimentos vegetais integrais e naturais, tornando-se mais abrangente. Desse modo, atualmente, são considerados alimentos *plant-based* quaisquer produtos alimentícios - *in natura* ou processados - elaborados, em sua totalidade, a partir de vegetais (COSTA et al., 2024; MOURA, 2022).

O número crescente de pessoas adeptas a dietas vegana (sem ingredientes de origem animal), vegetarianas (sem carne, mas ainda com alguns laticínios e ovos) ou flexitariana (com redução do consumo de carne) fez aumentar a demanda por alimentos à base de plantas, revolucionando a indústria alimentícia. As projeções indicam que o mercado alternativo tende a um crescimento exponencial nos próximos anos, com a expansão e o aprimoramento desses produtos, cujos atributos aproximam-se cada vez mais dos produtos de base animal. Assim, à medida que a ciência avança, espera-se que a qualidade destes produtos melhore e o seu custo diminua, estimulando o crescimento do setor (GALDEANO et al., 2021; MCCLEMENTS; GROSSMANN, 2022).

O desenvolvimento de alimentos *plant-based* proporciona diversas oportunidades para a indústria de alimentos. Em sua série “*State of the Industry Report*”, o *Good Food Institute* (GFI) destacou que em 2023 o total das vendas globais no varejo de produtos vegetais (carne, frutos do mar, leite, iogurte, sorvete e queijo) foi de US\$ 29 bilhões, um aumento de 34% em relação às vendas de 2019. O mesmo estudo ainda reúne projeções de várias instituições financeiras e aponta que o mercado de proteínas alternativas (*plant-based*, cultivadas e

fermentadas) poderá atingir até US\$ 594 bilhões em 2035. Já a *Bloomberg Intelligence*, um serviço de pesquisa de mercado global, estima que somente o mercado de produtos *plant-based* atingirá US\$ 162 bilhões até 2030 (BLOOMBERG INTELLIGENCE, 2021; GFI, 2023).

No Brasil, assim como no mercado internacional, a maior parte das substituições feitas pelos flexitarianos iniciou apenas com vegetais, como verduras, legumes e grãos. O conceito, recente, de alimentos análogos teve sua primeira geração de proteínas alternativas focada em produtos como hambúrgueres de soja, proteína texturizada de soja (PTS) e leites vegetais, sem mimetizar as características dos produtos de origem animal. A primeira alternativa vegetal análoga foi lançada no país em 2019, pela *foodtech* Fazenda Futuro; e, logo em seguida, as grandes empresas do setor de proteína animal, percebendo a tendência, também lançaram linhas específicas com matéria-prima 100% vegetal. A JBS S.A., por exemplo, lançou a linha Incrível (Seara) no fim de 2019, e a BRF S.A. lançou, em 2020, opções de hambúrgueres e nuggets à base de plantas (ESTADÃO, 2021; GFI BRASIL, 2020a, 2020b).

A presença desses produtos na rotina dos brasileiros se intensificou consideravelmente nos últimos anos. O GFI Brasil registrou um aumento de 38 pontos percentuais entre 2018 (29%) e 2022 (67%) no número de pessoas diminuindo o consumo de carne. E embora a diminuição no consumo de POA não esteja diretamente relacionada à adoção de alternativas vegetais, ela criou uma significativa oportunidade para a expansão do mercado *plant-based* durante esse período. Em 2022, dentre as alternativas vegetais mais consumidas destacaram-se os substitutos de leite e carne, além dos derivados de ambos (GFI BRASIL, 2018, 2022).

Em todo o mundo, as regulamentações alimentares e as leis de rotulagem seguem afetando onde e como os produtos à base de plantas podem ser vendidos. Enquanto no Canadá houve a atualização das orientações sobre produtos similares de carne e aves à base de plantas em 2023, em países como os Estados Unidos esses mesmos produtos seguem enfrentando censura de reguladores nacionais e locais. Já no Brasil, entre julho e setembro de 2023, o Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) publicou a Portaria nº 831/2023, lançando uma consulta pública sobre uma proposta regulatória para estabelecer requisitos mínimos de identidade e qualidade para análogos de base vegetal no território nacional. Mas não houve nenhuma ação legislativa adicional e o país ainda não possui regulamentações específicas focadas exclusivamente nesses produtos (GFI, 2023; MAPA, 2023). Assim, para padronizar e avaliar o produto deste estudo, foram considerados os parâmetros estabelecidos pela legislação vigente para derivados cárneos.

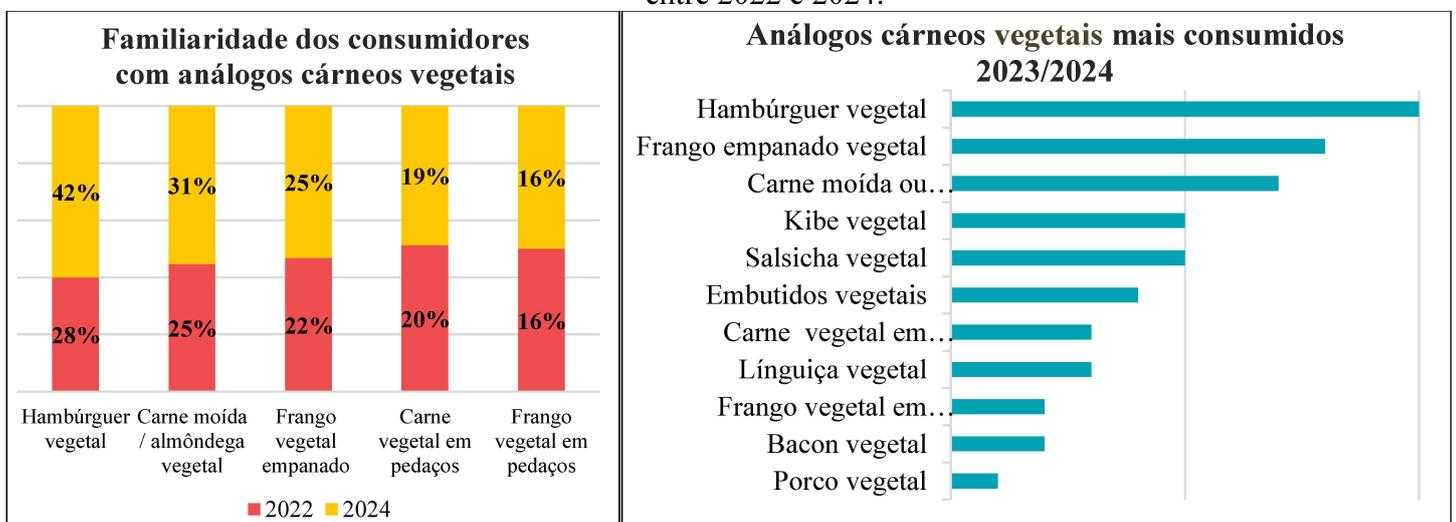
3.3 Análogos *plant-based* de produtos cárneos

O uso de vegetais como substitutos para alimentos de origem animal é uma prática secular, exemplificada por produtos como tofu, tempeh, carne de soja e de glúten. Os alimentos à base de plantas alternativos à carne, do inglês *plant-based meat alternatives* (PBMA), são projetados para replicar os aspectos sensoriais e igualar ou assemelhar o seu valor nutricional ao de produtos cárneos tradicionais, e têm despertado cada vez mais o interesse de pessoas que desejam reduzir o consumo de alimentos derivados de animais (MILANEZ et al., 2023).

Entre 2015 e 2019, foram lançados mais de 4000 substitutos de carne à base de plantas em todo o mundo. Dentre as fontes de proteínas mais utilizadas na elaboração desses produtos encontram-se cogumelos, lentilha, ervilha, feijão, proteína de soja e glúten de trigo. Os países da Europa, como Alemanha, França, Holanda, Reino Unido, Itália e Suécia, são líderes em inovação e pesquisa de análogos de carne e representam cerca de 40% das vendas globais desses produtos (AHMAD et al., 2022; CURTAIN; GRAFENAUER, 2019; KYRIAKOPOULOU; DEKKERS; GOOT, 2019).

Segundo o GFI Brasil, dentre as proteínas de origem animal, os flexitarianos sentem mais falta da carne bovina e do leite e seus derivados. Assim, os PBMA ocupam a segunda posição no ranking das alternativas vegetais mais consumidas no Brasil. Os análogos de hambúrgueres têm sido os análogos cárneos mais procurados desde 2022 e, além deles, alternativas vegetais a frango empanado, carne moída, almôndegas e kibe também vêm se destacando, conforme apresentado no Figura 2 (GFI BRASIL, 2018, 2022, 2024).

Figura 2 – Alternativas cárneas *plant-based* mais conhecidas e consumidas por brasileiros entre 2022 e 2024.



Fonte: Elaborado pela autora. Dados do GFI Brasil (2022, 2024).

3.4 Matérias-primas utilizadas em análogos cárneos *plant-based*

As proteínas são essenciais para o desenvolvimento e manutenção de todas as células vivas, atuando em praticamente todas as funções fisiológicas como reguladores bioquímicos. Além disso, exercem grande influência sobre os atributos sensoriais dos alimentos, especialmente a textura. Sua qualidade nutricional varia conforme a digestibilidade e a disponibilidade de aminoácidos essenciais. As fontes proteicas animais são consideradas proteínas completas, por serem ricas em aminoácidos essenciais (EAAs) que o corpo humano é incapaz sintetizar. Já as proteínas vegetais são frequentemente consideradas uma fonte proteica incompleta, por não disporem de alguns dos aminoácidos essenciais (histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, treonina, triptofano e valina). No entanto, o perfil de EAAs em proteínas à base de plantas é variado, sendo possível alcançar a quantidade suficiente de todos os aminoácidos essenciais a partir de uma dieta diversificada de proteínas vegetais (BLEAKLEY; HAYES, 2017; DAMODARAN; PARKIN, 2019).

O aquecimento do mercado *plant-based* resultou em uma demanda por ingredientes vegetais capazes de alcançar o perfil nutricional comparável ao das proteínas de origem animal. Os vegetais com teores de proteína entre 20% e 40% são considerados fontes proteicas, e as categorias principais são os cereais, as leguminosas e os grãos, como apresentado na Tabela 1 (GARCIA et al., 2022).

Tabela 1 – Principais grupos de fontes proteicas vegetais.

Classificação	Fontes de proteína vegetal
Cereais e pseudocereais	Arroz, aveia, cevada, quinoa, teff, centeio, colza.
Leguminosas	Soja, feijão, fava, ervilha, lentilha, tremoço, grão-de-bico.
Sementes, grãos e nozes	Girassol, gergelim, canola, cânhamo, linhaça, amêndoas, castanhas, nozes, sementes de abóbora, chia, baru, amendoim, trigo, painço, aveia.
Folhas	Beterraba, ora-pro-nóbis, espinafre.
Fontes não convencionais	Algas e fungos.

Fonte: Garcia et al. (2022).

Por muito tempo, a proteína de soja e o glúten de trigo foram as matérias-primas mais usadas na elaboração de substitutos de carne. No entanto, recentemente, análogos *plant-based* de produtos cárneos têm sido desenvolvidos a partir de outras fontes proteicas vegetais, como ervilhas, grão-de-bico, tremoços, arroz e algas. Essas proteínas apresentam diferentes propriedades (tecnológicas e funcionais) que variam conforme sua origem e processamento. Desse modo, o uso e combinação delas possibilita uma ampla gama de oportunidades para

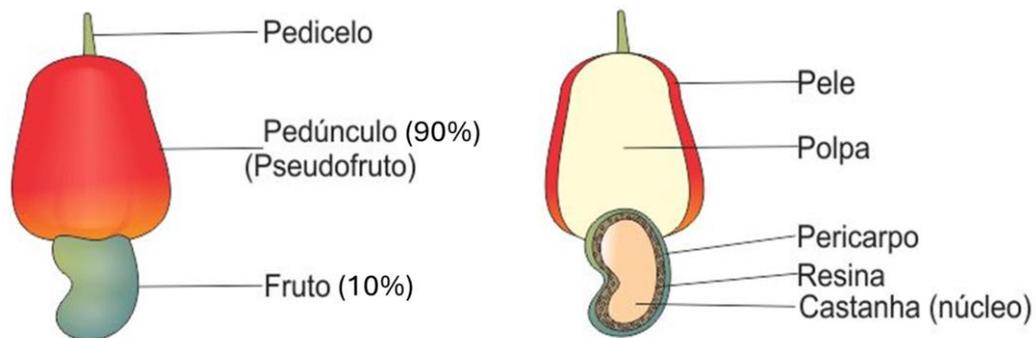
desenvolver propriedades e sabores inéditos e aprimorados em análogos de carne (WILD et al., 2014).

3.4.1 Fibra de caju

O cajueiro (*Anacardium occidentale L.*) é uma planta, originária do Brasil, encontrada na maioria das áreas tropicais do mundo. Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), a plantação de cajueiros ocupou mais de 425 mil hectares no Brasil em 2023, com 99% do cultivo localizado no Nordeste, sobretudo nos estados do Ceará (64%), Piauí (17%) e Rio Grande do Norte (10%). De grande importância econômica e social, a cajucultura gera receita anual de aproximadamente R\$ 500 mil, gerando empregos no campo e na atividade agroindustrial (ARAÚJO, 2015; FAGUNDES, 2023).

O caju, conhecido popularmente como “fruta” do cajueiro, destaca-se por seu alto valor nutricional e elevada capacidade de aproveitamento industrial, sendo composto em peso por 10% de castanha e 90% de pedúnculo (Figura 3). Destas duas partes, a castanha é o fruto verdadeiro do cajueiro, cujo beneficiamento resulta a amêndoa da castanha do caju (ACC) com altas cotações no mercado mundial de nozes comestíveis e, portanto, é a parte que possui maior valor comercial e principal produto extraído do cajueiro. Já o pedúnculo, considerado o pseudofruto, é comumente utilizado para a obtenção de sucos e bebidas, elaboração de doces ou consumo *in natura* (SILVA NETO, 2021).

Figura 3 – Morfologia do caju.



Ilustrações: Bertoldo Borges Filho

Fonte: CEAGESP (2024, com adaptações).

Embora seja uma significativa fonte nutricional, contendo vitaminas, taninos, sais minerais, ácidos orgânicos, carboidratos e fibras, o pedúnculo do caju tem um baixo aproveitamento na indústria alimentícia, com até 90% de sua produção sendo desperdiçada. O suco integral é o principal produto da industrialização do pedúnculo do caju, e sua obtenção pode ser por trituração, despolpamento ou prensagem. Da extração do suco também resulta o

bagaço, um subproduto correspondente às fibras do pedúnculo, que é utilizado na produção de ração animal ou mesmo descartado, podendo gerar problemas ambientais (LAVINAS et al., 2006; MACIEL, 2022; SILVA NETO, 2021).

Mesmo após a extração do suco, a fibra de caju ainda apresenta elevado potencial industrial. Sua intensa coloração amarela, por exemplo, indica que esse subproduto é rico em carotenoides e pode ser utilizado na fabricação de corantes. Além disso, seus teores de fibras e proteínas, apresentados na Tabela 2, revelam a fibra de caju pode ser utilizada no desenvolvimento de alimentos *plant-based*, especialmente de análogos cárneos, agregando valor nutricional e contribuindo no aprimoramento das características organolépticas, como textura e cor (ABREU et al., 2013; MACIEL, 2022).

Tabela 2 – Composição centesimal da fibra de caju liofilizada.

Componente	Teor*
Umidade (%)	4,25 ± 0,30
Lipídios (%)	2,37 ± 0,66
Proteínas (%)	13,02 ± 0,18
Cinzas (%)	1,38 ± 0,02
Fibra alimentar (%)	79,00 ± 1,13
Carboidratos (%)	79,13 ± 0,41

*Valores expressos por média ± desvio padrão (em Base Úmida).

Fonte: Elaborado pela autora.

3.4.2 Leguminosas (*pulses*)

Pulses são sementes secas não oleaginosas oriundas de plantas da família das leguminosas. Estima-se que sejam consumidas há pelo menos 10.000 anos, estando entre os alimentos mais utilizados no mundo, só perdendo em importância econômica para a família dos cereais. As *pulses* têm ganhado cada vez mais destaque em termos de segurança alimentar e nutricional, representadas principalmente pelos feijões, grão-de-bico, lentilha e ervilha (Tabela 3) (MADRUGA et al., 2021; MUDRYJ; YU; AUKEMA, 2014).

As leguminosas possuem elevado teor de proteínas e fibras, além de constituírem fontes significativas de vitaminas e minerais, como ferro, zinco, folato (vitamina B9) e magnésio. Os fitoquímicos, saponinas e taninos encontrados nas leguminosas possuem efeitos antioxidantes e anticarcinogênicos, indicando que seu consumo pode reduzir a frequência ou a taxa de manifestação de tumores espontâneos. A ingestão de leguminosas ainda melhora o perfil lipídico e os fatores de risco para doenças cardiovasculares, como pressão arterial, atividade plaquetária e inflamação (MUDRYJ; YU; AUKEMA, 2014).

Tabela 3 – Comparação do valor nutricional (em 100 gramas) de leguminosas cruas.

	Feijão fradinho	Feijão carioca	Feijão preto	Grão-de-bico	Lentilha	Ervilha
Valor energético (g)	302	306	294	338	313	85
Umidade (g)	12,7	12,0	13,3	10,6	11,3	74,7
Carboidratos totais (g)	61,9	60,4	59,1	59,7	61,0	16,3
Proteínas (g)	20,2	22,1	22,4	21,0	23,5	7,69
Gordura saturada (g)	0,70	0,30	0,21	0,91	0,19	0,05
Colesterol (g)	0	0	0	0	0	0
Fibra alimentar (g)	23,6	20,4	21,5	16,7	18,7	6,82
Cinzas (g)	2,88	3,67	3,93	4,04	3,31	0,97
Cálcio (mg)	99,9	106	123	114	53,6	29,9
Ferro (mg)	5,53	6,99	9,83	8,80	7,06	1,76
Sódio (mg)	10,3	0,95	-	23,0	-	5,98
Magnésio (mg)	178	147	142	134	93,7	39,5
Potássio (mg)	1.166	1.361	1.442	1.113	888	291
Zinco (mg)	3,73	2,83	3,37	4,04	3,31	1,48
Niacina (mg)	-	4,12	4,69	-	5,08	2,50
Equivalente de folato (µg)	628	521	433	540	463	77,7

Fonte: TBCA (2023).

O cultivo de leguminosas é reconhecido como altamente sustentável, atributo cada vez mais relevante no cenário global atual. Suas sementes são capazes de melhorar a absorção de carbono e fixar nitrogênio, gerando seu próprio fertilizante de forma natural e contribuindo para a redução do efeito estufa. Assim, utilizam menos energia não renovável e têm uma pegada de carbono menor em comparação com outros alimentos (INGREDION, 2021a). Por todos esses benefícios, as *pulses* são consideradas matérias-primas promissoras para a elaboração de análogos *plant-based*.

3.4.2.1 Lentilha

Cultivada no sudoeste da Ásia desde aproximadamente 7000 a.C., a lentilha (*Lens culinaris*) é um dos alimentos mais antigos conhecidos pela humanidade, sendo largamente consumida no Oriente Médio e produzida em mais de 28 países. Seus maiores produtores, em 2020, foram Canadá (33%), Índia (25%) e Estados Unidos (6%) (CORREA; POLTRONIERI, 2016; FAOSTAT, 2021; NASCIMENTO; BAGOLIN, 2022). Em termos de importância mundial, a lentilha ocupa o terceiro lugar entre as leguminosas, ficando atrás apenas do grão-de-bico e da ervilha, com uma produção global de 6.650.000 toneladas em 2022, segundo a *Food and Agriculture Organization* (FAO) (GÓRAL, 2023; SEHGAL et al., 2021).

O cultivo de lentilha no Brasil teve início por volta de 1920, no estado do Rio Grande do Sul. Apesar de ser um componente essencial da dieta em outras nações, sua área de cultivo no país é limitada e seu consumo é relativamente baixo. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2019 a produção total brasileira de grãos de lentilha foi de cerca de 58 toneladas, tendo como principais produtores os estados de Goiás, Rio Grande do Sul, Distrito Federal e Paraná (MACIEL, 2022; MADRUGA et al., 2021).

É uma leguminosa bastante versátil na preparação de pratos, podendo ser utilizada como recheio, em sopas e saladas ou na forma de purê na elaboração de bolos e pães, contribuindo para modificar a textura e adicionar fibras e proteínas à massa. Devido ao seu alto valor nutricional, especialmente o teor proteico maior em relação a outras *pulses* (Tabela 3), a lentilha é uma excelente alternativa para pessoas com restrições alimentares relacionadas ao consumo de proteína animal e intolerância ao glúten. Por esse motivo, observa-se um aumento global significativo no uso dessa matéria-prima na elaboração de produtos *plant-based* como hambúrgueres, salsichas e nuggets (NASCIMENTO; BAGOLIN, 2022).

3.4.3 Algas

Consideradas os organismos mais antigos do mundo, as algas são descritas como qualquer forma de vida aquática produtora de oxigênio, fotossintetizante e contendo clorofila a. São catalogadas cerca de 72.500 espécies, das quais 80% são microalgas, organismos predominantemente microscópicos unicelulares, e as outras 20% são macroalgas (ou algas marinhas), tipos maiores e pluricelulares que podem chegar a 70 metros de comprimento. Apresentam uma grande variação de formas e tamanhos, dividindo-se em três filós: *Chlorophyta*, predominante de algas verdes; *Rhodophyta*, predominante de algas vermelhas; e *Phaeophyta*, predominante de algas pardas (AMORIM et al., 2016; BLEAKLEY; HAYES, 2017; EUROPEAN COMMISSION, 2020).

As algas são vitais para a preservação do equilíbrio biológico nos ambientes aquáticos. Relevantes não apenas ambientalmente, mas também do ponto de vista econômico, sua grande variedade de espécies possui uso diversificado nas indústrias de cosméticos, farmacêutica e alimentícia. O alginato, o ágar e a carragena são as três matérias-primas mais extraídas e exploradas comercialmente, usadas principalmente como agentes espessantes e gelificantes (HUNG; NGUYEN; TRANG, 2021).

Consumidas há séculos, as algas são um ingrediente tradicional na culinária asiática, especialmente na Coreia e no Japão, devido às suas propriedades nutricionais e sabores

distintos. A produção mundial de algas, principalmente macroalgas, cresceu meio milhão de toneladas em 2020, um aumento de 1,4% em relação às 34,6 milhões de toneladas produzidas em 2019. A Ásia domina esmagadoramente a aquicultura mundial há décadas, produzindo cerca de 90% dos animais aquáticos e algas globais, tendo como principais produtores de algas a China e a Indonésia (FAO, 2022; ONWEZEN et al., 2021).

As algas apresentam-se como solução promissora para atender à crescente demanda por proteínas, bem como fornecer quantidades significativas de fibras, lipídios, vitaminas (A, B1, B3, B6, B12, C, D e E) e minerais (cálcio, potássio, magnésio, ferro, cobre e zinco) para o enriquecimento e desenvolvimento de novos alimentos *plant-based* (INGREDION, 2021b). Em 2019 e 2021, a empresa norte-americana Akua lançou o primeiro análogo de carne e de hambúrguer (Figura 4) à base de algas do mundo. Segundo a empresa, o Kelp Burger é ainda mais saudável e sustentável que outras alternativas *plant-based*, já que a grande alga parda Kelp (*Laminariales*) além de rica em nutrientes, não requer água doce ou terra arável e fertilizantes, e também ajuda a manter os oceanos saudáveis ao filtrar carbono e nitrogênio da água (AI, 2021; AKUA, 2024).

Figura 4 – Primeiro análogo de hambúrguer à base de algas do mundo, o Kelp Burger.



Fonte: Good eggs (2024).

Levando em conta o rápido crescimento do setor de alimentos saudáveis e à base de plantas, não surpreende que as algas estejam ganhando destaque como um ingrediente funcional. Vários estudos recentes propõem a utilização de algas integrais ou de seus extratos para o desenvolvimento de novos alimentos de diferentes grupos. Batista et al. (2017) avaliaram as propriedades sensoriais, físicas e químicas, a atividade antioxidante e a digestibilidade *in vitro* da biomassa de microalgas (*Arthrospira platensis* F&M-C256, *Chlorella vulgaris* Allma, *Tetraselmis suecica* F&M-M33 e *Phaeodactylum tricornutum* F&M-M40) como ingrediente

alternativo em biscoitos, obtendo produtos com teores de proteínas, fenólicos totais e capacidade antioxidante *in vitro* significativos; Różyło et al. (2017) estudaram as propriedades físicas e antioxidantes de pão sem glúten com algas marrons (*Ascophyllum nodosum*), alcançando aumento significativamente da atividade antioxidante no pão sem glúten; Câmara et al. (2020) realizaram o enriquecimento proteico de barra de cereal com *Chlorella vulgaris*, desenvolvendo produtos cujo teor de proteínas supera em quase três vezes o das barras de cereais disponíveis no mercado e índices de aceitação de até 77%; e Fu et al. (2021) e Zhu et al. (2024) exploraram os potenciais das microalgas como ingrediente para produzir análogos de carne, concluindo que as microalgas são insumos promissores com alto teor proteico e a presença de diversos compostos nutracêuticos que podem permitir a produção de com excelente valor nutricional.

3.4.3.1 *Kappaphycus alvarezii*

A *Kappaphycus alvarezii* é uma macroalga (alga marinha) pertencente ao Filo *Rhodophyta*, pode ser encontrada em tons vermelho, verde e amarelo/marrom (Figura 5), e atinge até 2 metros de comprimento. Destaca-se por ter a maior taxa de crescimento entre as algas do gênero *Kappaphycus* e estar entre as maiores macroalgas tropicais, dobrando seu tamanho entre 15 e 30 dias. É uma alga rica em fibras e carboidratos (Tabela 4), sendo a principal fonte da goma carragena, um hidrocolóide amplamente utilizado nas indústrias alimentícia, farmacêutica e têxtil (HURTADO; NEISH; CRITCHLEY, 2015; KUMAR; GANESAN; RAO, 2015; PERIYASAMY; RAO; ANANTHARAMAN, 2019).

Figura 5 – Linhagens marrom, verde e vermelha de *Kappaphycus alvarezii* plantadas em redes tubulares.



Fonte: Hayashi (2009).

Em 2019, a produção total de algas marinhas com carragenina (principalmente *Kappaphycus/Eucheuma*) foi de 11.685.174 toneladas úmidas, movimentando US\$ 2,4 milhões. Sendo a alga vermelha mais cultivada, a *K. alvarezii* está entre as 8 espécies de algas mais produzidas no mundo, com uma produção total de 1.604 toneladas em 2020, representando 4,6% da produção global de algas. No Brasil, a macroalga foi introduzida em 1995, no litoral sudeste de São Paulo, sendo posteriormente inserida na costa dos estados do Rio de Janeiro, Santa Catarina, Paraíba, Pernambuco, Ceará e Bahia. Apesar das condições comerciais e ambientais adequadas para a produção de *K. alvarezii*, o cultivo no país ainda opera em pequena escala (ARAÚJO et al., 2022; FAO, 2021, 2022).

A alga *K. alvarezii* é uma fonte de proteínas, com alto conteúdo de fibras e com baixo teor de gorduras (BRASIL, 2020), conforme observado na Tabela 4. A maioria das espécies vermelhas é considerada boa fonte de proteínas por fornecer um alto teor de aminoácidos essenciais, tendo perfil comparável à ovoalbumina e à proteína de soja. O perfil aminoacídico da *K. alvarezii* inclui 17 aminoácidos (alanina, arginina, aspartato, cisteína, fenilalanina, glicina, glutamato, histidina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, prolina, serina, tirosina, treonina e valina), sendo 8 essenciais e faltando apenas um para ser considerada uma proteína completa (ARIFFIN et al., 2017; LUMBESSY et al., 2019; RAWIWAN et al., 2022).

Tabela 4 – Composição centesimal aproximada da *Kappaphycus alvarezii*.

Componente	Felix e Brindo (2014)¹	Hardjani, Suantika e Aditiawati (2017)²	Lopes (2020)³
Umidade	16,00	3,88-8,90	12,97
Lipídios	1,16	0,22-0,30	1,62
Proteínas	14,00	3,26-9,11	12,68
Cinzas	34,00	18,68-22,11	11,38
Fibra alimentar total	18,48	4.6-6,44	8,41

¹*K. alvarezii* crua; ²*K. alvarezii* pré-tratada ou fermentada; ³Farinha de *K. alvarezii*.

Fonte: Elaborado pela autora.

Essa alga também apresenta em sua composição quantidades significativas de vitaminas (A, B1, B12, C, D, E e K) e minerais (Ca, P, Na, K, Fe e I). Nesse sentido, esta alga vem emergindo como uma opção alimentar que oferece benefícios nutricionais, como propriedades antioxidantes e antivirais, redução do colesterol e atividade anticarcinogênica (ARAÚJO et al., 2022; HAYASHI; REIS, 2012; KUMAR; GANESAN; RAO, 2015). Lopes (2020), por exemplo, verificou a influência da adição da macroalga *Kappaphycus alvarezii* em *snacks* à base de farinha de arroz, observando que a alga alterou as propriedades reológicas da massa, além da coloração, textura e propriedades nutricionais dos *snacks*.

3.5 Quibe (Kibe)

A migração de um grupo humano sempre leva consigo elementos culturais de uma região para outra, inclusive no que diz respeito às tradições culinárias. O quibe (kibe) é um alimento proveniente do Oriente Médio, introduzido na culinária brasileira a partir da imigração sírio libanesa no fim do século XIX. Tradicionalmente, em países como Líbano, Síria, Jordânia, Palestina e Turquia, o produto é uma mistura de cordeiro moído e *bulgur* (triguilho ou trigo para quibe), em forma de torta, discos ou bolas, cozida de diferentes formas (HELOU, 2018; PORTA; MAHMUD; TERRA, 2018).

Na cultura árabe, a gastronomia desempenhou um papel fundamental, proporcionando um forte senso de pertencimento e vínculo familiar para os imigrantes; e, ao mesmo tempo, representando uma oportunidade econômica por meio da criação de estabelecimentos de alimentação. Dessa forma, as receitas foram adaptadas conforme as matérias-primas disponíveis no Brasil e o paladar dos consumidores potenciais, levando à popularidade de pratos como *esfihas*, *kaftas* e quibes, que deixaram de ser exclusivos dos restaurantes típicos (ABDALLA, 2018).

A Instrução Normativa SDA Nº 20, de 31 de julho de 2000, define quibe como produto cárneo industrializado, obtido a partir da carne moída bovina ou ovina, adicionado de trigo integral e outros ingredientes; sendo classificado como produto cru, frito ou assado (Figura 6), e podendo ser acrescido ou não de recheio (BRASIL, 2000). Seguindo as tendências mundiais do mercado de alimentação, o produto desenvolvido e avaliado neste estudo é um análogo *plant-based* de quibe assado, denominado análogo de quibe à base de fibra de caju, lentilha e macroalga (AQFLM).

Figura 6 – Tipos de quibe: (a) cru; (b) frito; (c) assado.



Fonte: Shutterstock (2024a, 2024b, 2024c, com adaptações).

Atualmente, a maioria das alternativas vegetais de quibe disponíveis no mercado são análogas ao quibe frito. Embalado em bandeja de alumínio descartável tipo marmitex, o AQFLM é uma opção *plant-based* ainda mais saudável, pois esse modo de preparo não é frito em gordura, e sim assado em forno levando somente um fio de azeite de oliva. Além disso, as matérias-primas utilizadas na elaboração do produto são livres de glúten, sendo uma opção viável tanto para quem segue dietas veganas, vegetarianas ou flexitarianas, como para alérgicos e intolerantes ao glúten.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Material

A fibra de caju utilizada foi proveniente do resíduo de caju (variedade anão precoce CCP 76), da linha de beneficiamento de suco de caju, cedido pela indústria Itauera Agropecuária S. A., localizada em Palhano-CE. A lentilha (variedade Silvina) foi cedida pela Embrapa Hortaliças, localizada em Brasília-DF. A macroalga *Kappaphycus alvarezii in natura* congelada foi cedida pela Costa Leste Pescados e Aquicultura Ltda, no Piauí. Os demais ingredientes utilizados foram adquiridos no comércio local da cidade de Fortaleza-CE. Todas as atividades foram realizadas nos laboratórios da Embrapa Agroindústria Tropical (CE).

4.2 Métodos

4.2.1 Processamento das matérias-primas

4.2.1.1 Tratamento do bagaço e obtenção da fibra de caju

O resíduo de caju foi mantido em câmara de congelamento (-18 ± 1 °C) até o momento do tratamento, quando foi submetido a sucessivas lavagens, com agitação e adição de água na proporção de 1:1 em cada lavagem, a fim de reduzir a acidez e o sabor característico da fruta. Em seguida, foi prensado em prensa expeller por 5 vezes, congelado (-18 ± 1 °C) e desidratado em liofilizador piloto (Liobrás LP 510) com ciclo de 16 h, iniciando por 2 h a 0 °C, depois, 2 h a 10 °C, 5 h a 25 °C, 5 h a 35 °C e, por fim, 2 h a 25 °C. A fibra de caju tratada (Figura 7a) foi triturada por 2 vezes em moinho de corte universal modelo pulverisette 19 (Fritsch), embalada a vácuo em saco plástico laminado e armazenada à temperatura ambiente (25 ± 2 °C) para posterior utilização.

4.2.1.2 Preparo da massa de lentilha

A massa de lentilha foi obtida a partir da hidratação dos grãos, na proporção 1:3 (leguminosa/água), e mantida sob refrigeração (8 ± 2 °C) por 72 h, com o intuito de hidratar e amolecer os grãos, além de reduzir os efeitos de possíveis antinutrientes presentes em leguminosas, a exemplo dos fitatos (ou ácido fítico) que prejudicam a absorção intestinal de

alguns nutrientes essenciais, como cálcio e zinco. Posteriormente, os grãos hidratados foram escorridos e triturados em processador Robot Coupe (R502V.V) até obter uma massa homogênea. A massa (Figura 7b) foi embalada em saco plástico laminado e armazenada em freezer (-18 ± 1 °C) até o momento da produção do análogo.

Figura 7 – (a) Fibra de caju processada em prensa expeller, liofilizada em ciclo de 16 h e triturada em moinho de corte (2x); (b) Massa proteica da lentilha obtida a partir do processamento da lentilha demolhada (72 h).

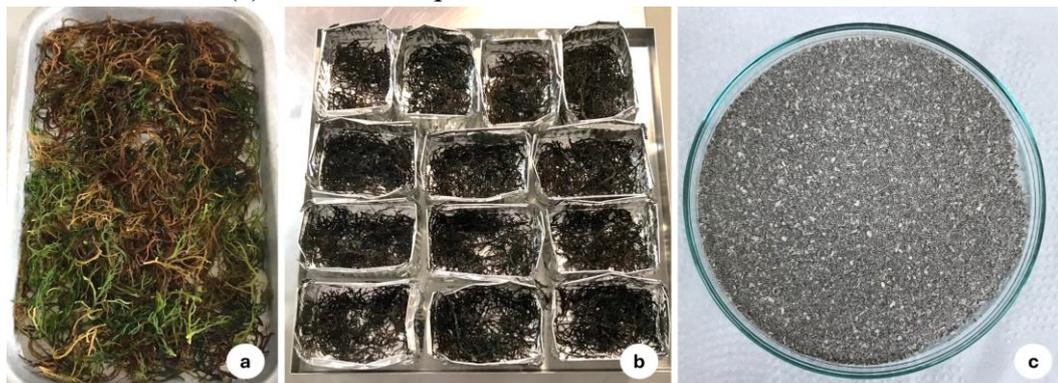


Fonte: Autora (2023).

4.2.1.3 Tratamento da alga (*Kappaphycus alvarezii*)

A alga, previamente higienizada em água corrente, foi desidratada em liofilizador piloto (Liobrás LP 510) em ciclo de 16 h, iniciando com temperatura de 0 °C, finalizando com 25 °C. Após liofilização, a alga foi triturada em processador Robot Coupe (R502V.V) e posteriormente em Moinho Analítico Básico A11 (IKA) para alcançar a menor granulometria possível (Figura 8c). Por fim, foi armazenada à temperatura ambiente (25 ± 2 °C), em potes plásticos de coloração escura, para evitar a incidência de luz, até seu uso na produção do AQFLM.

Figura 8 – Alga: (a) *in natura* higienizada em água corrente; (b) liofilizada em ciclo de 16 h; (c) triturada em processador e moinho analítico.



Fonte: Autora (2023).

4.2.2 Formulação do quibe vegetal

Inicialmente, foram propostas formulações elaboradas com os seguintes ingredientes: fibra de caju, leguminosas, macroalga *Kappaphycus alvarezii*, amido de milho, água, óleo de soja, cebola, alho e pimenta do reino em pó, salsa desidratada e sal. O percentual desses ingredientes foi estimado em planilha eletrônica, estruturada no *software* Microsoft Excel 2019, levando em consideração produtos similares desenvolvidos anteriormente na Embrapa e/ou disponíveis no comércio. À medida que foi sendo realizado o experimento, foram realizados testes preliminares com degustação entre a equipe do projeto, a fim de avaliar, por meio de características sensoriais, quais as proporções mais adequadas às duas formulações.

As formulações diferiam quanto às leguminosas (grão-de-bico ou lentilha) e aos percentuais de temperos e especiarias utilizados. Após avaliações preliminares, a equipe do projeto selecionou a formulação apresentada na Tabela 5 para dar continuidade às atividades e realizar o estudo de estabilidade, já que a massa de lentilha, frente a massa de grão-de-bico, conferiu maior teor de proteínas ao produto e a presença desse macronutriente, geralmente, é um dos principais benefícios procurados em produtos cárneos e seus análogos.

Tabela 5 – Ingredientes utilizados na elaboração do análogo de quibe à base de fibra de caju, lentilha e macroalga (AQFLM).

Ingrediente	Quantidade (g/100 g)
Água	33,16
Massa de lentilha	26,96
Fibra de caju*	19,97
Macroalga*	9,98
Amido de milho	3,37
Cebola em pó	3,00
Óleo de soja	1,36
Sal	1,16
Alho em pó	0,50
Salsa desidratada	0,39
Pimenta do reino em pó	0,15

*liofilizada e reidratada

Fonte: Elaborado pela autora.

4.2.3 Processo de fabricação do quibe vegetal

Para a produção do AQFLM, 30 minutos prévios ao processo, a fibra de caju e a alga foram reidratadas nas proporções 1:3 (fibra/água) e 1:2 (alga/água). Após esse período, foram pesados todos os ingredientes, conforme descrito na Tabela 5, misturados em uma panela de inox e submetidos à cocção até a formação de uma massa homogênea. Em seguida, a massa foi porcionada (300 g) em embalagens tipo marmitex, moldada e fracionada em 6 pedaços (Figura 9). Por fim, o produto foi armazenado em freezer (-18 ± 1 °C) até a realização das análises.

Figura 9 – Moldagem do análogo de quibe à base de fibra de caju, lentilha e macroalga (AQFLM).



Fonte: Autora (2023).

4.2.4 Caracterização físico-química

A caracterização do AQFLM foi realizada a partir de análises, realizadas em quintuplicatas, para determinação dos teores de umidade, lipídios, proteínas e cinzas realizadas no primeiro (27 dias) e último (343 dias) tempo de avaliação da estabilidade do produto. O teor de carboidratos foi calculado por diferença, em seguida, o valor energético.

4.2.4.1 Umidade

O teor de umidade foi determinado por gravimetria, em estufa a 105 °C por 12 h, de acordo com o método 925.10, indicado pela *Association of Official Agricultural Chemists* (AOAC, 2016).

4.2.4.2 Lipídios

O teor de lipídeos também foi obtido por gravimetria, após extração com refluxo de hexano usando aparelho Soxhlet (AOAC, 2010a).

4.2.4.3 Proteínas

O teor de proteínas foi obtido por combustão, por método de DUMAS, em equipamento Analisador de Nitrogênio/Proteína NDA 701 Dumas (VELP SCIENTIFICA, 2019), utilizando EDTA como padrão, com base no método 992.23 (AOAC, 2016).

4.2.4.4 Cinzas

A determinação do teor de cinzas foi realizada em mufla à temperatura de 550 °C por 6 h, segundo o método 923.03, indicado pela AOAC (2016).

4.2.4.5 Carboidratos

O teor de carboidratos (C) foi determinado pela diferença entre 100 e a soma do conteúdo de umidade (U), proteínas (P), lipídios (L) e cinzas (Cz) (BRASIL, 2003), como apresentado na Equação 1.

$$C [g/100g] = 100 - (U + P + L + Cz) \quad (1)$$

4.2.4.6 Valor energético

O valor energético (VE) foi calculado a partir dos fatores de conversão, método de Atwater, para carboidratos (4 kcal/g), proteínas (4 kcal/g) e lipídios (9 kcal/g) (BRASIL, 2003; CINTRA, 2021), conforme a Equação 2.

$$VE [kcal/g] = (C \cdot 4) + (P \cdot 4) + (L \cdot 9) \quad (2)$$

4.2.5 Avaliação microbiológica

Para a avaliação da qualidade microbiológica do produto foram realizadas, segundo o Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água (SILVA et al., 2021), as análises de *Escherichia coli* (NMP/g) pelo método BAM/FDA:2020 (FENG et al., 2020), *Staphylococcus coagulase* positiva (UFC/g) pelo método de plaqueamento APHA 39.63:2015 (BENNETT et al., 2015), Aeróbios mesófilos (UFC/g) pelo método APHA 08:2015 (RYSER; SCHUMAN, 2015), e *Salmonella* (em 25g de amostra) pelo método BAM/FDA:2020 (ANDREWS et al., 2020), antes de cada análise sensorial ao longo dos 6 tempos de estudo da estabilidade.

No Brasil, ainda não há legislação sanitária específica para análogos de quibe. Assim, as amostras do produto foram avaliadas conforme os parâmetros definidos para as categorias de proteínas vegetais (item 4.d) e hambúrgueres, almôndegas, quibes (item 6.b) pela Instrução Normativa IN Nº161, de 01/07/2022, que estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos, e a Resolução RDC Nº724, de 01/07/2022, a qual dispõe sobre os padrões microbiológicos dos alimentos e sua aplicação (BRASIL, 2022a, 2022b).

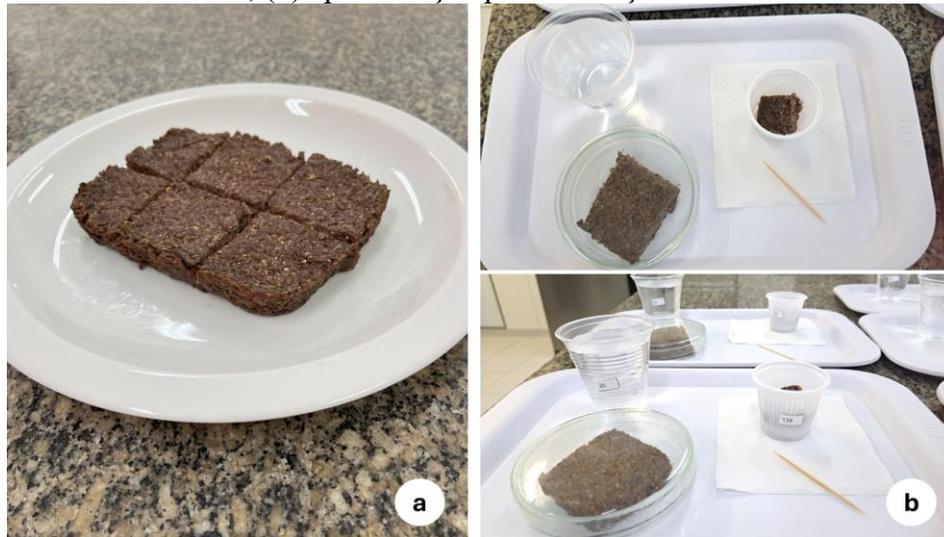
4.2.6 Avaliação sensorial

Para realização da análise sensorial, o AQFLM foi assado a 180 ± 2 °C por 40 min, tendo sido descongelado sob refrigeração (8 ± 2 °C) 24 h antes. Os testes sensoriais foram conduzidos com 60 provadores - com exceção do quarto tempo, em que se atingiu apenas 45 provadores - não treinados e com idade acima dos 18 anos, em cabines individuais climatizadas (24 ± 2 °C), sob iluminação controlada (luz branca, fluorescente). Para degustação, foi servida uma amostra de aproximadamente 12g (65 ± 2 °C) em recipientes plásticos descartáveis, codificados com números aleatórios de três dígitos, acompanhada de um copo com água e guardanapo. Junto à amostra de degustação, foi apresentada uma amostra de aproximadamente 48 g em placa de Petri para avaliação da aparência (Figura 10b). Os protocolos da análise foram previamente aprovados pelo Comitê Nacional de Ética em Pesquisa (Conep), sob parecer 3.117.036. Os provadores consentiram em participar da pesquisa por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Anexo A).

No teste de aceitação (Anexo B) os provadores atribuíram valores por meio da escala hedônica variando de 1 (desgostei muitíssimo) a 9 (gostei muitíssimo) para aceitação global, aparência, sabor e textura. Também indicaram o grau de intensidade dos atributos cor,

firmeza, suculência, sabor de caju e sabor de produtos do mar, através de uma escala variando de 1 (claro/nenhum/pouco) a 9 (escuro/forte/muito). Por fim, expressaram a sua intenção de compra numa escala variando de 1 (certamente não compraria) a 5 (certamente compraria) (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2015).

Figura 10 – Análogo de quibe à base de fibra de caju, lentilha e macroalga (AQFLM): (a) assado; (b) apresentação para avaliação sensorial.



Fonte: Autora (2023, 2024).

4.2.7 Análise estatística

Os dados coletados foram organizados em uma planilha Excel (2019) e submetidos a análises estatísticas utilizando o *software* Jamovi (Versão 2.3.28) (2023). Para a comparação entre as informações da composição físico-química (dois grupos independentes), utilizou-se o Teste-T (Student-paramétricos e Whitney-não paramétricos). E para comparar os dados de aceitação (três grupos ou mais) utilizou-se a Análise de Variância (Anova) 1 fator, com um nível de significância de 5%, seguido pelo teste de comparações múltiplas de Tukey (variâncias homogêneas) e Games-Howell (variâncias heterogêneas).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análises físico-químicas

A Tabela 6 apresenta a composição centesimal e o valor energético do AQFLM no tempo inicial (27 dias) e final (343 dias) do estudo de estabilidade.

Tabela 6 – Composição físico-química e valor energético do análogo de quibe à base de fibra de caju, lentilha e macroalga (AQFLM) no tempo inicial (27 dias) e final (343 dias) do estudo de estabilidade.

Parâmetro	T1 (27 dias)	T6 (343 dias)
Umidade (g/100 g)	69,97 ± 1,27 ^a	70,06 ± 0,40 ^a
Lipídios (g/100 g)	1,12 ± 0,05 ^a	1,69 ± 0,08 ^b
Proteínas (g/100 g)	3,45 ± 0,35 ^a	4,38 ± 0,29 ^b
Cinzas (g/100 g)*	2,98 ± 0,07 ^a	2,72 ± 0,04 ^b
Carboidratos (g/100 g)	22,47 ± 1,38 ^a	21,16 ± 0,48 ^a
Valor energético (kcal/100 g)	113,79 ± 4,77 ^a	117,31 ± 1,57 ^a

Valores expressos por média ± desvio padrão (em Base Úmida). Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo Teste T de Student. *Dados não-paramétricos foram analisados pelo teste Mann-Whitney.

Fonte: Elaborado pela autora.

Os valores da composição do produto não apresentaram grandes variações. Esse comportamento pode estar relacionado a sua forma de armazenamento, pois o congelamento, por diminuir a disponibilidade de água no alimento, além de preservá-lo contra a ação de microrganismos, também reduz a velocidade de reações químicas e enzimáticas que poderiam ser responsáveis pela deterioração dos nutrientes. Assim, o congelamento é um dos métodos mais empregados para conservação de alimentos, impedindo grandes alterações sensoriais e mantendo o conteúdo nutricional do produto por mais tempo (FORMIGONI, 2018; KACHANI; CASTRO; FISBERG, 2018).

O produto é composto predominantemente por umidade e carboidratos, ambos não diferindo estatisticamente ($p > 0,05$). Apesar desse teor de umidade ser considerado elevado, não compromete a conservação do análogo, por ser armazenado congelado e preparado apenas no momento do consumo; tendo sido semelhante ao encontrado por Nasato (2022) para um análogo de quibe à base de trigoilho, feijão-preto e cogumelo (70,20%).

A migração da água é a principal mudança observada em alimentos congelados; no entanto, a preservação do teor de umidade do produto pode ser justificada pelo uso da macroalga *K. alvarezii*, que contém alto percentual (67,3%) de carragena, hidrocolóide capaz de

influenciar na retenção da água no alimento (DAMODARAN; PARKIN, 2019; HARDJANI; SUANTIKA; ADITIAWATI, 2017). Lopes (2020) também observou esse fenômeno em *snacks* à base de farinha arroz adicionados de *K. alvarezii*, onde a retenção da água se intensificou com o aumento no percentual de alga incorporada nas massas.

Os teores de lipídios e proteínas apresentaram ligeiro aumento, com diferença significativa ($p < 0,05$) para ambos. Estruturas vegetais submetidas a temperaturas inferiores a 5 °C apresentam aclimatação ao frio, com adaptações fisiológicas que incluem: mudanças na composição lipídica das membranas, tornando-as menos vulneráveis a lesões por frio; aumento do acúmulo de solutos no vacúolo; e síntese de proteínas especiais para proteção da membrana celular e modulação do crescimento de gelo semelhante às proteínas anticongelantes (VAN DER SMAN, 2020).

Em relação a outros análogos e quibes convencionais, o AQFLM destaca-se pelo baixo teor de gordura, que reflete na vantagem de um menor valor calórico (Tabela 7). Sendo um alimento com teor de gordura reduzido (BRASIL, 2020), o AQFLM atende aos requisitos para a alegação nutricional “*light* em gordura”. Esse fato é justificado pela composição das matérias-primas utilizadas, já que os três ingredientes majoritários (fibra de caju, lentilha e *K. alvarezii*) possuem baixo teor de lipídios.

Tabela 7 – Composição nutricional média, em base úmida, do análogo de quibe à base de fibra de caju, lentilha e macroalga (AQFLM) e de produtos semelhantes disponíveis no mercado.

Produto	Carboidratos (%)	Proteínas (%)	Gordura (%)	Valor energético (kcal/g)
AQFLM	21,82	3,92	1,41	115
<i>Análogos de quibe</i>				
FPK ¹	9,75	11,25	5,63	130
KVSI ²	9,00	10,00	9,00	157
QAL ³	25,00	6,10	7,90	195
KSVG ⁴	22,00	11,60	13,40	252
<i>Quibes convencionais</i>				
QCD ⁵	18,00	13,71	14,00	251
KCS ⁶	12,50	11,00	15,75	230
QCQ ⁷	22,50	9,00	12,50	240

¹Futuro Party Ki Ki Kibe da Fazenda Futuro (Empório Quatro Estrelas, 2024)

²Kibe 100% Vegetal da Seara Incrível (Megustaveg, 2024)

³Quibe de Abóbora da Liv Up (Liv Up, 2024)

⁴Kibe de Soja Vegano da Goshen (Empório Natural, 2024)

⁵Quibe Congelado Frito da Dozza (Pão de Açúcar, 2024a)

⁶Kibe Congelado da Sadia (Pão de Açúcar, 2024b)

⁷Quibe de Carne Bovina Congelado Pré-Frito da Qualitá (Pão de Açúcar, 2024c)

Fonte: Elaborado pela autora.

Contudo, o teor de proteínas do AQFLM é o menor entre os análogos, sendo inferior aos valores de quibes convencionais, indicando que o produto necessita de uma suplementação proteica a partir de outras fontes vegetais ou a incrementação da quantidade já utilizada de fontes proteicas. Segundo McClements e Grossmann (2022), ainda há um espaço considerável para o crescimento de muitos produtos *plant-based* criado pela complexidade em imitar com precisão os atributos físico-químicos e sensoriais dos produtos animais originais.

5.2 Análises microbiológicas

Na Tabela 8 são apresentados os resultados das análises microbiológicas ao longo dos 6 tempos do estudo, uma vez que se faz necessário a avaliação das amostras para realização da análise sensorial com consumidores. Devido ao armazenamento sob congelamento, que reduz a atividade microbiana, as amostras do AQFLM apresentaram alta estabilidade e aptas para consumo humano conforme os parâmetros estabelecidos na Instrução Normativa N° 161 (01/07/2022) e na Resolução RDC N° 724 (01/07/2022).

Tabela 8 – Resultados das análises microbiológicas do análogo de quibe à base de fibra de caju, lentilha e macroalga (AQFLM) ao longo de 343 dias.

Análise	T1 (27 dias)	T2 (78 dias)	T3 (155 dias)	T4 (217 dias)	T5 (288 dias)	T6 (343 dias)	IN N° 161
<i>Escherichia coli</i> (NMP/g)	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	10 ²
<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	< 100	10 ⁴
<i>Salmonella</i> (em 25 g)	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Aus.
Mesófilos totais (UFC/g)	2,9 x 10 ⁴	2,3 x 10 ⁴	2,2 x 10 ⁴	3,4 x 10 ⁴	7,8 x 10 ⁴	1,6 x 10 ⁴	10 ⁶

Fonte: Elaborado pela autora.

5.3 Análise sensorial

A Tabela 9 apresenta as médias±desvio-padrão da aceitação sensorial e intenção de compra do AQFLM ao longo do período de estudo. A aceitação global do produto teve notas variando entre 6,4 a 7,0 ao longo dos 343 dias, não diferindo estatisticamente ($p < 0,05$) entre si e alcançando aceitação global média de 6,7. Os valores para aparência do produto não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$), com variação entre 6,6 a 7,0 e média de 6,8. Para o atributo sabor, as notas variaram entre 6,0 a 6,9, atingindo média de 6,4 e diferindo estatisticamente ($p < 0,05$) nos tempos 2 (78 dias) e 3 (155 dias). Também não houve diferença significativa ($p < 0,05$) para os valores atribuídos a textura, variando entre 6,5 a 6,9 e alcançando média de 6,7. Considerando a escala hedônica que varia de 1 (desgostei muitíssimo) a 9 (gostei

muitíssimo), é possível perceber que todas as médias das notas atribuídas ao AQFLM são próximas ao 7,0 (gostei), exceto a média de sabor, mais próxima ao 6,0 (gostei pouco).

Ao analisar a frequência de respostas (Figura 11), observa-se que a maioria (53-77%) das notas se encontra dentro da zona de aceitação 7,0 a 9,0 (“gostei” a “gostei muitíssimo”) para os atributos de aceitação global, aparência e textura em todos os tempos do estudo, indicando aceitação positiva do produto (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2015). O atributo sabor obteve uma frequência (48-71%) de notas dentro da zona de aceitação levemente menor em relação aos outros atributos, podendo estar relacionado à expectativa de alguns provadores por um produto mais apimentado, uma vez que a equipe optou por uma formulação mais "neutra" visando atingir o público geral, considerando a sensibilidade de algumas pessoas à pimenta e entendendo que, por opção, o consumidor poderá adicionar temperos a gosto.

Tabela 9 – Médias da avaliação sensorial do análogo de quibe à base de fibra de caju, lentilha e macroalga (AQFLM) ao longo de 343 dias.

Atributo	T1 (27 dias)	T2 (78 dias)	T3 (155 dias)	T4 (217 dias)	T5 (288 dias)	T6 (343 dias)
Aceitação global	6,8 ± 1,3 ^a	7,0 ± 1,0 ^a	6,4 ± 1,1 ^a	6,9 ± 1,1 ^a	6,8 ± 1,0 ^a	6,5 ± 1,6 ^a
Aparência*	6,7 ± 1,8 ^a	6,6 ± 1,4 ^a	6,8 ± 1,1 ^a	7,0 ± 1,2 ^a	6,8 ± 1,3 ^a	6,9 ± 1,4 ^a
Sabor	6,2 ± 1,6 ^{abc}	6,9 ± 1,3 ^b	6,0 ± 1,3 ^c	6,6 ± 1,7 ^{abc}	6,3 ± 1,5 ^{abc}	6,5 ± 1,5 ^{abc}
Textura	6,5 ± 1,6 ^a	6,9 ± 1,2 ^a	6,6 ± 1,3 ^a	6,9 ± 1,5 ^a	6,7 ± 1,6 ^a	6,6 ± 1,8 ^a
Intenção de compra	3,4 ± 1,1 ^a	3,6 ± 0,9 ^a	3,3 ± 0,9 ^a	3,4 ± 1,0 ^a	3,4 ± 0,9 ^a	3,4 ± 1,1 ^a

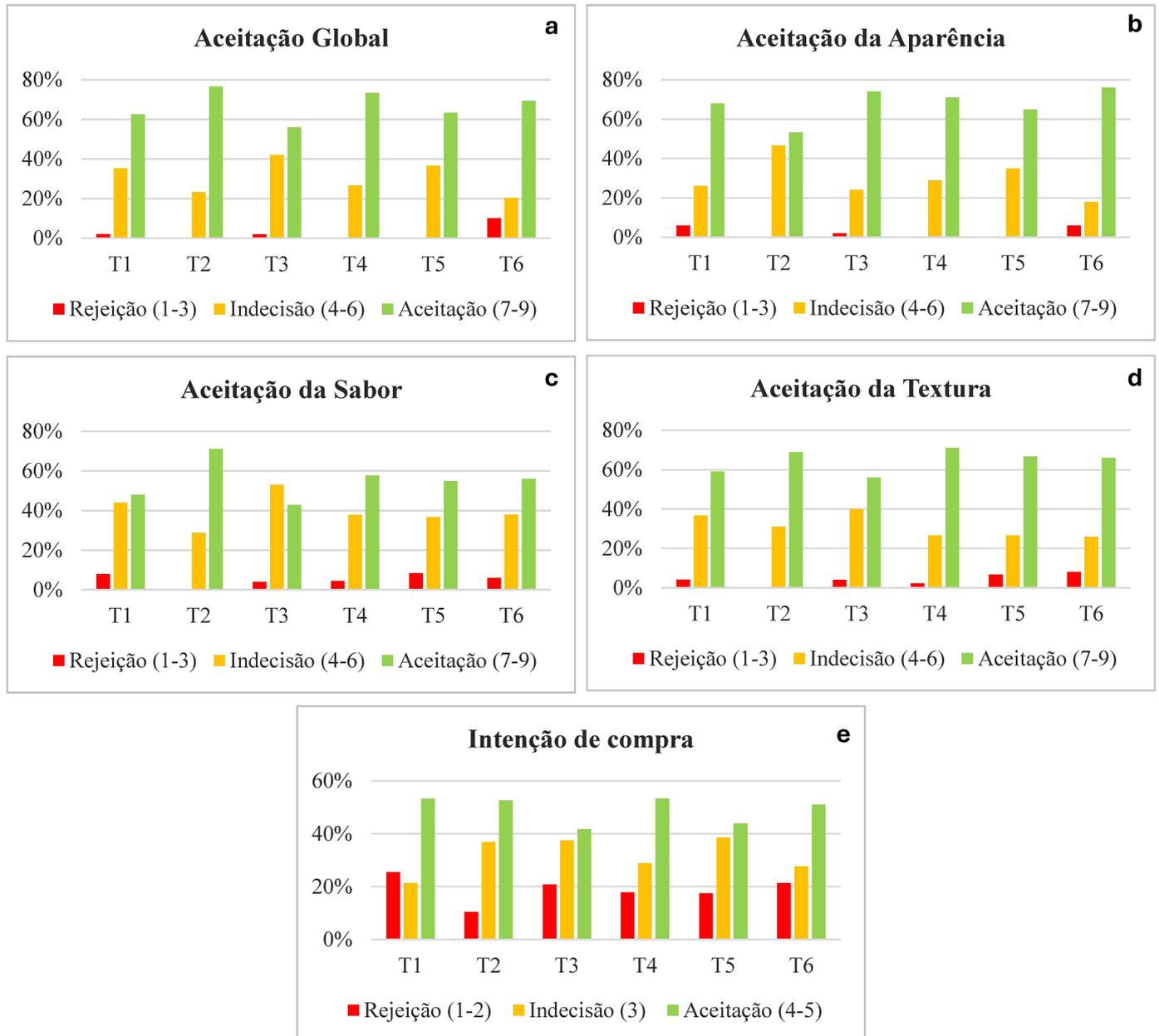
Valores expressos por média ± desvio padrão. Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo Teste de Tukey. *Dados não homogêneos foram analisados pelo Teste de Games-Howell.

Fonte: Elaborado pela autora.

Os valores para intenção de compra não diferiram significativamente ($p < 0,05$), variando de 3,3 a 3,6. A intenção de compra média foi 3,4, próxima a 3,0 e correspondente a “talvez comprasse, talvez não comprasse” na escala de 1 (certamente compraria) a 5 (certamente não compraria). Observando a frequência de notas (Figura 10), percebe-se que, apesar das notas dos atributos de degustação indicarem a boa aceitação do produto, os provadores ainda hesitam no momento da decisão de compra, dividindo-se entre as zonas de indecisão (21-39%) e aceitação (42-53%). Esse comportamento pode estar associado a questões culturais, pois alguns provadores declararam estar mais acostumados com a versão frita e desconhecem essa apresentação do produto (assado no forno), que é mais conhecida e consumida por descendentes de árabes. Outra razão seria o receio em relação ao preço de mercado do produto, segundo a pesquisa do GFI Brasil (2024), da série “O Consumidor Brasileiro e o Mercado *Plant-Based*”, o brasileiro reduziu seu consumo de alimentos *plant-*

based em comparação a 2022, sendo o preço apontado pelo consumidor como o principal motivo.

Figura 11 – Frequências (%) dos escores por região da escala hedônica para os atributos de Aceitação Global (a), Sabor (b), Aparência (c), Textura (d) e Intenção de compra (e) do análogo de quibe à base de fibra de caju, lentilha e macroalga (AQFLM) ao longo de 343 dias.



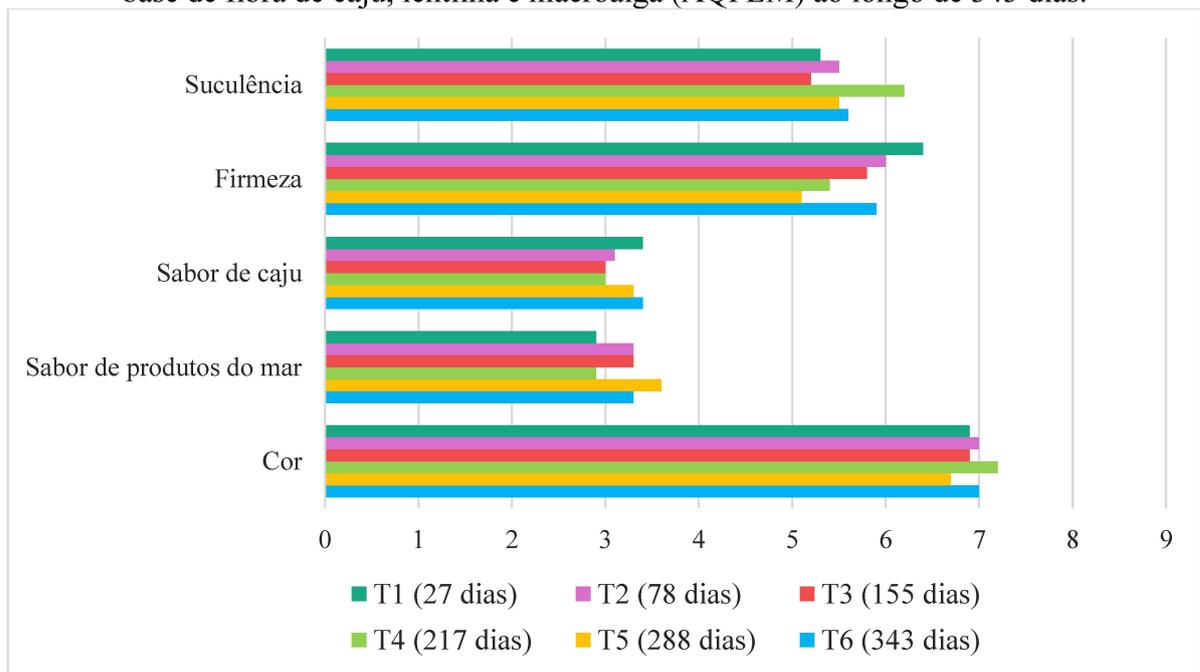
Fonte: Elaborado pela autora.

Os valores alcançados neste estudo para os atributos de degustação foram superiores aos observados por Lima, Bruno e Neto (2011) em estudo de 180 dias de estabilidade de hambúrguer vegetal elaborado à base de caju para aceitação global (~5,9 a 6,5) e sabor (~5,6 a 6,6) e semelhantes aos de aparência (~6,6 a 7,0) e textura (~6,5 a 6,9). As médias obtidas por

Maciel (2022), em avaliação sensorial de hambúrguer à base de fibra do caju (20%) e lentilha, para aceitação global (6,1), aparência (6,7), sabor (6,1) e textura (5,7), foram inferiores às do AQFLM.

De modo geral, a percepção dos provadores quanto a intensidade dos atributos cor, firmeza, suculência, sabor de caju e sabor de produtos do mar não teve grandes variações ao longo do tempo, como apresentado na Figura 12. Considerando a escala 1 (claro) a 9 (escuro), a média dos valores atribuídos para cor foi 7,0, indicando que o produto é mais escuro que claro para os provadores. Na escala 1 (nenhum) a 9 (forte), os atributos relacionados ao sabor atingiram média 3,2, indicando pouco sabor de caju e sabor de produtos do mar. Segundo os provadores, na escala 1 (pouco) a 9 (muito), ainda houve leve redução da firmeza e do aumento da suculência do produto ao longo do tempo estudado, com médias 5,8 e 5,5, respectivamente.

Figura 12 – Médias da intensidade dos atributos sensoriais descritores do análogo de quibe à base de fibra de caju, lentilha e macroalga (AQFLM) ao longo de 343 dias.



Fonte: Elaborado pela autora.

6 CONCLUSÃO

A caracterização do análogo de quibe à base de fibra de caju, lentilha e macroalga (AQFLM) demonstrou que o produto pode ser armazenado congelado (-18 ± 1 °C) por 343 dias, sem prejuízo de sua qualidade físico-química, microbiológica e sensorial. Ainda comparando com produtos convencionais e outros análogos existentes no mercado e na literatura, o produto em estudo possui a vantagem de apresentar reduzido teor de gordura, no entanto, sugere-se para os próximos estudos, outra fonte alternativa de proteína ou mesmo o aumento do teor da lentilha, visando maior suplementação proteica.

No teste sensorial o produto alcançou média 6,7 (gostei) para aceitação global, com indicação positiva variando entre 56-77%, e 3,4 (talvez comprasse, talvez não comprasse), com indicação positiva variando entre 42-53%. Esses resultados demonstram que o produto apresenta potencial de mercado, mas que é necessário investigar e atuar sobre os motivos que ainda fazem o consumidor hesitar em adquiri-lo.

Portanto, os resultados apresentados neste estudo revelam uma nova perspectiva para o aproveitamento da fibra de caju, diminuindo seu desperdício, e destacam o potencial do uso de macroalgas e leguminosas em produtos *plant-based*. O AQFLM apresenta-se como uma alternativa ainda mais saudável em relação a opções semelhantes no mercado, servindo como uma opção para veganos, vegetarianas, flexitarianos e pessoas com restrições alimentares.

REFERÊNCIAS

- ABDALLA, A. R. A afirmação do imigrante sírio libanês na cidade de São Paulo: perspectivas, complexidades, gênero e gastronomia à partir de depoimentos de história oral. Em: **Anais do XXIV Encontro Estadual de História da ANPUH-SP**. História e democracia: precisamos falar sobre isso. Guarulhos, SP: ANPUH-São Paulo, 2018.
- ABIA. **Brasil lidera consumo de alimentos ‘plant-based’ na AL**. 2023. Disponível em: <<https://www.abia.org.br/noticias/brasil-lidera-consumo-de-alimentos-plant-based-na-al>>. Acesso em: 27 jun. 2024.
- ABREU, F. P. DE et al. Cashew apple (*Anacardium occidentale* L.) extract from by-product of juice processing: A focus on carotenoids. n. 138, p. 25–31, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.10.028>
- AHMAD, M. et al. Plant-based meat alternatives: Compositional analysis, current development and challenges. **Applied Food Research**, v. 2, n. 2, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100154>
- AI. Empresa norte-americana Akua lança o primeiro burger feito de kelp, no mundo! **Aditivos | Ingredientes: Especial plant-based**, v. Editora Insumos, n. 180, p. 28, 2021.
- AKUA. **Our story**. Disponível em: <<https://akua.co/pages/about-story>>. Acesso em: 24 jun. 2024.
- AMORIM, A. M. et al. **VI Botânica no Inverno 2016**. São Paulo: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 2016.
- ANDREWS, W.H. et al., 2020. Salmonella. In: Food and Drug Administration, Bacteriological Analytical Manual Online. Chapter 5. Disponível no site: <<https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-5-salmonella>>. Acesso em: 30 jun. 2024.
- ANKOM. **Operator’s Manual Ankom TDF Dietary Fiber Analyzer**. Macedon, NY, 2018. Disponível em: <https://www.ankom.com/sites/default/files/document-files/TDF_Manual.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2024.
- AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 18. ed. Washington, D.C.: AOAC, 2010a. v. 2
- AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). Method 991.43. Em: **Official Methods of Analysis of the AOAC International**. Gaithersburg, MD: AOAC, 2010b. v. 18.
- AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). **Official methods of analysis of the AOAC International**. 20. ed. MD, USA: Dr. George W. Latimer, Jr. Rockville, 2016.
- ARAÚJO, J. P. P. DE. **Caju: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2015.

ARAÚJO, P. G. et al. Seasonal variation of nutritional and antioxidant properties of different *Kappaphycus alvarezii* strains (Rhodophyta) farmed in Brazil. **Journal of Applied Phycology**, v. 34, n. 3, p. 1677–1691, jun. 2022. <https://doi.org/10.1007/s10811-022-02739-6>

ARIFFIN, F. D. et al. Macronutrients content of Red Seaweed *Kappaphycus alvarezii* and *Kappaphycus striatum*. **Jurnal Sains Kesihatan Malaysia**, v. 15, n. 02, p. 19–27, 15 jan. 2017. <https://doi.org/10.17576/jskm-2017-1502-03>

ASCHEMANN-WITZEL, J. et al. Plant-based food and protein trend from a business perspective: markets, consumers, and the challenges and opportunities in the future. **Food Science and Nutrition**, Critical Reviews. v. 61, p. 3119–3128, 2021. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1793730>

BARBOSA, L. et al. As tendências da alimentação. Em: **Brasil Food Trends 2020**. São Paulo: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2010. p. 39–48.

BATISTA, A. P. et al. Microalgae biomass as an alternative ingredient in cookies: Sensory, physical and chemical properties, antioxidant activity and in vitro digestibility. **Algal Research**, v. 26, p. 161–171, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2017.07.017>

BENNETT, R.W., HAIT, J.M. & TALLENT, S.M., 2015. *Staphylococcus aureus* and staphylococcal enterotoxins. In: SALFINGER, Y & TORTORELLO, M.L. (eds), *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*. 5th edition. Washington, DC: American Public Health Association (APHA). Chapter 39, pp.509-526.

BLEAKLEY, S.; HAYES, M. Algal Proteins: Extraction, Application, and Challenges Concerning Production. **Foods**, v. 6, n. 5, p. 33, 2017. <https://doi.org/10.3390/foods6050033>

BLOOMBERG INTELLIGENCE. **Plant-Based Food Poised for Explosive Growth**, 2021. Disponível em: <https://assets.bbhub.io/professional/sites/10/1102795_PlantBasedFoods.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2024

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa N° 20, de 31 de julho de 2000. Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Almôndega, de Apresentado, de Fiambre, de Hambúrguer, de Kibe, de Presunto Cozido e de Presunto. Diário Oficial da União, Poder Executivo, 2000.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC N° 360, de 23 de dezembro de 2003. 2003.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa N° 75, de 8 de outubro de 2020. Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados. 2020.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa n° 161, de 1° de julho de 2022. Estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos. Estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, D.F., 2022 a.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução de Diretoria Colegiada n° 724, de 1° de julho de 2022. Dispõe sobre os padrões microbiológicos dos alimentos e sua aplicação. Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Diário Oficial

da União, Brasília, D.F., 2022 b.

BUAINAIN, A. M.; GARCIA, J. R.; VIEIRA, P. A. O desafio alimentar no século XXI. **Estudos Sociedade e Agricultura**, v. 24, n. 2, p. 497–522, 28 out. 2016.

CÂMARA, A. P. C. et al. Enriquecimento proteico de barra de cereal com *Chlorella vulgaris*/ Protein enrichment of cereal bar with *Chlorella vulgaris*. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 35193–35208, 2020. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n6-164>

CASSOL, A.; SCHNEIDER, S. PRODUÇÃO E CONSUMO DE ALIMENTOS: NOVAS REDES E ATORES. **Lua Nova: Revista de Cultura e Política**, n. 95, p. 143–180, 2015. <https://doi.org/10.1590/0102-6445143-177/95>

CEAGESP. **Caju: Guia de identificação**. Disponível em: <https://ceagesp.gov.br/hortiescolha/hortipedia/caju/>. Acesso em: 20 jun. 2024.

CINTRA, P. **Fator de Atwater: um pouco da história sobre o valor energético dos alimentos**. Disponível em: <https://www.nutricaoatenta.com/post/valor-energ%C3%A9tico-do-alimento>. Acesso em: 3 jul. 2024.

CORREA, I. N.; POLTRONIERI, F. Ação hipocolesterolêmica das proteínas de leguminosas. **Revista da Associação Brasileira de Nutrição**, v. 7, n. 2, p. 79–90, 2016.

COSTA, L. C. R. C. DA et al. ALIMENTOS PLANT-BASED: INOVAÇÃO NA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS. **Revista Científica Multidisciplinar, RECIMA21**. v. 5, n. 3, 1 mar. 2024. <https://doi.org/10.47820/recima21.v5i3.5019>

CURTAIN, F.; GRAFENAUER, S. Plant-Based Meat Substitutes in the Flexitarian Age: An Audit of Products on Supermarket Shelves. **Nutrients**, v. 11, n. 11, p. 2–14, 2019. <https://doi.org/10.3390/nu11112603>

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

EMPÓRIO NATURAL. **KIBE DE SOJA VEGANO 300G - GOSHEN**. Disponível em: https://www.lojadoemporionatural.com.br/kibe-de-soja-vegano-300g-goshen?utm_source=Site&utm_medium=GoogleShopping&utm_campaign=IntegracaoGoogle. Acesso em: 3 jul. 2024.

EMPÓRIO QUATRO ESTRELAS. **FUTURO PARTY KI KI KIBE 240G FAZENDA FUTURO**. Disponível em: <https://www.emporioquatroestrelas.com.br/futuro-party-ki-ki-kibe-240g-fazenda-futuro20086-8/p>. Acesso em: 3 jul. 2024.

ESTADÃO. **Plant-based é tendência que veio para ficar**. Disponível em: <https://summitagro.estadao.com.br/canal-agro/especiais/plant-based-e-tendencia-que-veio-para-ficar/>. Acesso em: 10 jun. 2024.

EUROMONITOR INTERNATIONAL. **Consumidores Conscientes impulsionam vendas de produtos veganos**. Disponível em: <https://www.euromonitor.com/article/consumidores-conscientes-impulsionam-vendas-de-produtos-veganos>. Acesso em: 26 jun. 2024.

EUROPEAN COMMISSION. **Algae biomass production for the bioeconomy**. Disponível

em: <https://joint-research-centre.ec.europa.eu/jrc-news-and-updates/algae-biomass-production-bioeconomy-2020-01-17_en>. Acesso em: 11 jul. 2024.

FAGUNDES, M. H. **Análise mensal: Castanha de caju - Maio de 2023**. Brasília, DF: Companhia Nacional de Abastecimento, 2023. 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/47948_77f8f96dc8ca0a4489c684033fc61904>. Acesso em: 20 jun. 2024.

FAO. **Global seaweeds and microalgae production, 1950–2019**. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2021. Disponível em: <<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/97409d09-2f8e-4712-b11e-60105d89959b/content>>. Acesso em: 25 jun. 2024

FAO. Aquaculture production. Em: **The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation**. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2022. p. 26–45.

FAOSTAT. **Crops and livestock products: Lentil dry (2020)**. 2021. Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>>. Acesso em: 22 jun. 2024

FELIX, N.; BRINDO, R. A. Substituting fish meal with fermented seaweed, *Kappaphycus alvarezii* in diets of juvenile freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. **International Journal of Fisheries and Aquatic Studies** 2014, v. 1, n. 5, p. 261–265, 2014.

FENG, P., WEAGANT, S.D., GRANT, M.A. & BURKHARDT, W., 2020. Enumeration of *Escherichia coli* and the Coliform Bacteria. In: Food and Drug Administration, Bacteriological Analytical Manual Online. Chapter 4. Disponível no site: <<https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-4-enumeration-escherichia-coli-and-coliform-bacteria>>. Acesso em: 30 jun. 2024.

FISPAL TECNOLOGIA. **O mercado plant-based e as tendências para 2024**. Disponível em: <<https://www.foodconnection.com.br/ingredientes/o-mercado-plant-based-e-tendencias-para-2024>>. Acesso em: 27 jun. 2024.

FORMIGONI, M. L. M. V. **Estudo comparativo entre os processos de irradiação e congelamento nos aspectos químicos, físicos, sensoriais e microbiológicos de grãos de ervilha armazenados**. Tese (Doutorado em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear - Aplicações)—São Paulo: Universidade de São Paulo, 2018.

FU, Y. et al. The potentials and challenges of using microalgae as an ingredient to produce meat analogues. **Trends in Food Science & Technology**, v. 112, p. 188–200, jun. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.03.050>

GALDEANO, M. et al. **Evolução dos alimentos plant-based no Brasil**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/67002613/artigo-evolucao-dos-alimentos-plant-based-no-brasil>>. Acesso em: 10 jun. 2024.

GARCIA, E. E. C. et al. **Estudo Regulatório sobre Proteínas Alternativas no Brasil - Proteínas Vegetais**. The Good Food Institute Brasil, 2022. Acesso em: 25 maio. 2024

GFI. **Plant-based: meat, seafood, eggs, and dairy**: 2023 State of the Industry Report. Good

Food Institute, 2023. Disponível em: <https://gfi.org/wp-content/uploads/2024/05/2023-State-of-the-industry-report_Plant-based.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2024.

GFI BRASIL. **Pesquisa de consumidor: Mercado de Proteínas Alternativas no Brasil.**

Good Food Institute Brasil, 2018. Disponível em: <<https://gfi.org.br/wp-content/uploads/2022/10/Pesquisa-de-consumidor-mercado-de-proteinas-alternativas-no-brasil.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2024.

GFI BRASIL. **O consumidor brasileiro e o mercado plant-based.** Good Food Institute Brasil, 2020a. Disponível em: <<https://gfi.org.br/wp-content/uploads/2022/10/O-consumidor-brasileiro-e-o-mercado-plant-based.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2024.

GFI BRASIL. **Indústria de Proteínas Alternativas 2020.** Good Food Institute Brasil, 2020b. Disponível em: <https://gfi.org.br/wp-content/uploads/2022/10/GFI_2020_IndProtAlternativas.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2024.

GFI BRASIL. **Pesquisa 2022: O consumidor brasileiro e o mercado plant-based.** Good Food Institute Brasil, 2022. Disponível em: <<https://gfi.org.br/wp-content/uploads/2022/12/O-Consumidor-Brasileiro-e-o-Mercado-Plant-based-2022-GFI-Brasil.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2024.

GFI BRASIL. **Olhar 360° sobre o Consumidor Brasileiro e o Mercado Plant-based 2023/2024.** Good Food Institute Brasil, 2024. Disponível em: <<https://gfi.org.br/wp-content/uploads/2024/05/Pesquisa-de-Consumidor-2023-2024-GFI-Brasil.pdf>>. Acesso em: 14 jun. 2024.

GOOD EGGS. **AKUA: Kelp Burger.** Disponível em: <<https://www.goodeggs.com/akua/kelp-burger/644adbe4bb92a100128a8deb>>. Acesso em: 24 jun. 2024.

GÓRAL, P. **Lentils Market Update.** Disponível em: <<https://seedeaplentils-market-update-december-2023/#:~:text=According%20to%20FAO%2C%20global%20lentils,year's%205%2C65%20million%20tons.>>. Acesso em: 22 jun. 2024.

HARDJANI, D.; SUANTIKA, G.; ADITIAWATI, P. Nutritional Profile of Red Seaweed *Kappaphycus alvarezii* after Fermentation using *Saccharomyces Cerevisiae* as a Feed Supplement for White Shrimp *Litopenaeus vannamei* Nutritional Profile of Fermented Red Seaweed. **Journal of Pure and Applied Microbiology**, v. 11, n. 4, p. 1637–1645, 30 dez. 2017. <https://doi.org/10.22207/JPAM.11.4.01>

HAYASHI, L. **Euchemoid algae.** Disponível em: <https://www.seaweed.ie/aquaculture/eucheuma_introduction.php>. Acesso em: 25 jun. 2024.

HAYASHI, L.; REIS, R. P. Cultivation of the red algae *Kappaphycus alvarezii* in Brazil and its pharmacological potential. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 22, n. 4, p. 748–752, ago. 2012. <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2012005000055>

HELOU, A. **Feast: Food of the Islamic World.** First edition ed. New York, NY: Ecco, an imprint of Harper Collins Publishers, 2018.

HUNG, L. D.; NGUYEN, H. T. T.; TRANG, V. T. D. Kappa carrageenan from the red alga

Kappaphycus striatus cultivated at vanphong bay, vietnam: Physicochemical properties and structure. **Journal of Applied Phycology**, v. 33, p. 1819–1824, 2021. <https://doi.org/10.1007/s10811-021-02415-1>

HURTADO, A. Q.; NEISH, I. C.; CRITCHLEY, A. T. Developments in production technology of Kappaphycus in the Philippines: more than four decades of farming. **Journal of Applied Phycology**, v. 27, n. 5, p. 1945–1961, out. 2015. <https://doi.org/10.1007/s10811-014-0510-4>

IISD. **World Population to Reach 9.9 Billion by 2050**. Disponível em: <<https://sdg.iisd.org/news/world-population-to-reach-9-9-billion-by-2050/>>. Acesso em: 26 jun. 2024.

INGREDION. O futuro da proteína é plant-based. **Aditivos | Ingredientes: Especial plant-based**. Editora Insumos, n. 180, p. 72–73, 2021a.

INGREDION. O futuro é Plant-Based. **Aditivos | Ingredientes: Especial plant-based**. Editora Insumos, n. 180, p. 57–61, 2021b.

JAMOVI. **The jamovi project**. Jamovi (Version 2.3.28) [Computer Software], 2023. Disponível em: <<https://www.jamovi.org/download.html>>.

KACHANI, A.; CASTRO, G.; FISBERG, M. Processamento caseiro de congelamento e descongelamento por microondas e sua relação com o conteúdo de vitaminas e minerais (revisando o uso de microondas e congelamento). **International Journal of Nutrology**, v. 11, n. 03, p. 108–111, dez. 2018. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1678690>

KUMAR, K. S.; GANESAN, K.; RAO, P. V. S. Seasonal variation in nutritional composition of Kappaphycus alvarezii (Doty) Doty—an edible seaweed. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n. 5, p. 2751–2760, maio 2015. <https://doi.org/10.1007/s13197-014-1372-0>

KYRIAKOPOULOU, K.; DEKKERS, B.; GOOT, A. J. VAN DER. Plant-Based Meat Analogues. Em: **Sustainable Meat Production and Processing**. Charis M. Galanakis, 2019. p. 103–126.

LAVINAS, F. C. et al. Estudo da estabilidade química e microbiológica do suco de caju in natura armazenado em diferentes condições de estocagem. **Food Science and Technology**, v. 26, n. 4, p. 875–883, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612006000400026>

LIMA, J. R.; BRUNO, L. M.; NETO, M. A. DE S. Estabilidade Durante Armazenamento de Hambúrguer Vegetal Elaborado à Base de Caju. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Agroindústria Tropical**, v. 43, 2011.

LIV UP. **QUIBE DE ABÓBORA**. Disponível em: <<https://www.livup.com.br/quibe-de-abobora/p>>. Acesso em: 3 jul. 2024.

LOPES, J. S. **Influência da adição da macroalga Kappaphycus alvarezii nas propriedades físicas de snacks à base de farinha de arroz**. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos)—Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2020.

LUMBESSY, S. Y. et al. Biochemical study of amino acid profile of Kappaphycus alvarezii

and *Gracilaria salicornia* seaweeds from Gerupuk Waters, West Nusa Tenggara (NTB). **Eurasian Journal of Biosciences**, p. 303–307, 2019.

LUZ, G. M. et al. PRODUTOS ANÁLOGOS DE CARNE À BASE DE PLANTAS: UMA REVISÃO SOBRE TENDÊNCIAS DE MERCADO E CARACTERIZAÇÃO. Em: MEDEIROS, J. A.; NIRO, C. M. (Eds.). **PESQUISAS E ATUALIZAÇÕES EM CIÊNCIA DOS ALIMENTOS**. 1. ed. Agron Food Academy, 2022.

MACIEL, J. B. **USO DA FIBRA DESIDRATADA DO PEDÚNCULO DO CAJU EM FORMULAÇÕES DE PRODUTOS PLANT-BASED**. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais)—Fortaleza: Universidade Estadual do Ceará, 2022.

MADRUGA, F. B. et al. Sementes de pulses: situação atual e perspectivas. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, 2021. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i12.20217>

MAPA. **Consulta Pública - Portaria de proposta para estabelecer os requisitos mínimos de identidade e qualidade para produtos análogos de base vegetal, a identidade visual e as regras de rotulagem para esses produtos**. Ministério da Agricultura e Pecuária. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/consultas-publicas/2023/copy8_of_consulta-publica-portaria-conjunta-mapa-ibama-e-anvisa-procedimentos-para-distribuicao-dos-processos-pendentes-de-registro-de-produtos-tecnicos-equivalentes-pre-misturas-e-produtos-formulados-de-agrotoxicos-e-afins>. Acesso em: 17 jun. 2024.

MCCLEMENTS, D. J.; GROSSMANN, L. **Next-Generation Plant-based Foods: Design, Production, and Properties**. USA: Springer Nature, 2022.

MEGUSTAVEG. **Kibe 100% Vegetal Incrível 300g**. Disponível em: <https://www.megustaveg.com.br/kibe-vegano-incrivel?utm_source=Site&utm_medium=GoogleMerchant&utm_campaign=GoogleMerchant>. Acesso em: 3 jul. 2024.

MEILGAARD, M. C.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**. 5. ed. CRC Press, 2015.

MILANEZ, A. Y. et al. Carne vegetal e cultivada: novas alternativas à carne tradicional. **BNDES Setorial**, v. 29, n. 57, p. 73–104, 2023.

MORSE, A. **Global Population Estimates Vary but Trends Are Clear: Population Growth Is Slowing**. US CENSUS BUREAU, 9 nov. 2023. Disponível em: <<https://www.census.gov/library/stories/2023/11/world-population-estimated-eight-billion.html>>. Acesso em: 17 maio. 2024

MOURA, R. **Alimentos plant-based são tema de seminário on-line**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/68936939/alimentos-plant-based-sao-tema-de-seminario-on-line>>. Acesso em: 4 jun. 2024.

MUDRYJ, A. N.; YU, N.; AUKEMA, H. M. Nutritional and health benefits of pulses. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 39, n. 11, p. 1197–1204, 2014. <https://doi.org/10.1139/apnm-2013-0557>

NASATO, L. D. S. **ELABORAÇÃO DE PRODUTO ANÁLOGO AO QUIBE: QUIBE**

VEGANO. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos)—
Bagé: Universidade Federal do Pampa, 2022.

NASCIMENTO, W. M.; BAGOLIN, D. DE J. **Lentilha: do Brasil para a Índia?** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/67689520/artigo---lentilha-do-brasil-para-a-india>>. Acesso em: 22 jun. 2024.

OECD; FAO. **OECD-FAO Agricultural Outlook 2021-2030.** Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2021.

OECD; FAO. **OECD-FAO Agricultural Outlook 2022-2031.** Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2022.

ONWEZEN, M. C. et al. A systematic review on consumer acceptance of alternative proteins: Pulses, algae, insects, plant-based meat alternatives, and cultured meat. **Appetite**, v. 159, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2020.105058>

PACHECO, M. T. B.; SADAHIRA, M. S. **Proteínas vegetais (plant-based).** São Paulo, SP: Tiki Books: The Good Food Institute Brasil, 2022.

PÃO DE AÇÚCAR. **Quibe Congelado Frito Dozza Caixa 330g 10 Unidades.** Disponível em: <<https://www.paodeacucar.com/produto/461820/quibe-congelado-frito-dozza-caixa-330g-10-unidades>>. Acesso em: 3 jul. 2024a.

PÃO DE AÇÚCAR. **Kibe Congelado Sadia Caixa 500g 10 Unidades.** Disponível em: <<https://www.paodeacucar.com/produto/90909/kibe-bovino-caixa-sadia-500g>>. Acesso em: 3 jul. 2024b.

PÃO DE AÇÚCAR. **Mini Quibe de Carne Bovina Congelado Pré-Frito Qualitá Caixa 400g.** Disponível em: <<https://www.paodeacucar.com/produto/696144/mini-quibe-de-carne-bovina-congelado-pre-frito-qualita-caixa-400g>>. Acesso em: 3 jul. 2024c.

PERIYASAMY, C.; RAO, P. V. S.; ANANTHARAMAN, P. Harvest optimization to assess sustainable growth and carrageenan yield of cultivated *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty in Indian waters. **Journal of Applied Phycology**, v. 31, n. 1, p. 587–597, fev. 2019.

PORTA, E. P. D.; MAHMUD, I. C.; TERRA, N. L. A Gerontologia e a Gastronomia: Uma experiência com imigrantes árabes. **Revista Kairós-Gerontologia**, v. 21, n. 2, p. 407–418, 2018. <https://doi.org/10.23925/2176-901X.2018v21i2p407-418>

RAWIWAN, P. et al. Red seaweed: A promising alternative protein source for global food sustainability. **Trends in Food Science & Technology**, v. 123, p. 37–56, maio 2022. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.03.003>

RIBEIRO, H.; JAIME, P. C.; VENTURA, D. Alimentação e sustentabilidade. **ESTUDOS AVANÇADOS**, v. 31, n. 89, p. 185–198, 2017. <https://doi.org/10.1590/s0103-40142017.31890016>

RÓŻYŁO, R. et al. Study on the physical and antioxidant properties of gluten-free bread with brown algae. **CyTA - Journal of Food**, v. 15, n. 2, p. 196–203, 2017.

<https://doi.org/10.1080/19476337.2016.1236839>

RYSER, E.T. & SCHUMAN, J.D., 2015. Mesophilic Aerobic Plate Count. In: SALFINGER, Y. & TORTORELLO, M.L. (eds), *Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods*. 5th edition. Washington, DC: American Public Health Association (APHA). Chapter 8, pp.95-101.

SEHGAL, A. et al. Lentil. Em: **Crop Physiology: Case Histories for Major Crops**. 5. ed. Academic Press, 2021. p. 409–428.

SHUTTERSTOCK. **Raw Kibe Traditional Arabian Recipe Foto stock 1928466581**.

Disponível em: <<https://www.shutterstock.com/pt/image-photo/raw-kibe-traditional-arabian-recipe-1928466581>>. Acesso em: 27 jun. 2024a.

SHUTTERSTOCK. **Kibbeh Minced Meat Middle East Fried Foto stock 1970363711**.

Disponível em: <<https://www.shutterstock.com/pt/image-photo/kibbeh-minced-meat-middle-east-fried-1970363711>>. Acesso em: 27 jun. 2024b.

SHUTTERSTOCK. **Roasted Kibe Glass Bowl Mint Garlic Foto stock 1836418138**.

Disponível em: <<https://www.shutterstock.com/pt/image-photo/roasted-kibe-glass-bowl-mint-garlic-1836418138>>. Acesso em: 27 jun. 2024c.

SILVA, N. DA et al. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 6. ed. São Paulo: Editora Blucher, 2021.

SILVA NETO, R. M. DA. **Pedúnculo**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/caju/pos-producao/tecnologia-de-processamento-agroindustrial/pedunculo#:~:text=O%20caju%20%C3%A9%20composto%20por,maior%20explora%C3%A7%C3%A3o%20da%20mat%C3%A9ria%2Dprima.>>. Acesso em: 20 jun. 2024.

SVB. **Mercado Vegano**. Disponível em: <<https://veg.svb.org.br/vegetarianismo1/mercado-vegetariano>>. Acesso em: 26 jun. 2024.

TBCA. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. Universidade de São Paulo (USP). Food Research Center (FoRC). Versão 7.2. São Paulo, 2023. Disponível em: <<http://www.fcf.usp.br/tbca>>. Acesso em: 21 jun. 2024

THE LANCET. **Nossa alimentação no antropoceno: Dietas saudáveis a partir de sistemas alimentares sustentáveis**. The Lancet, 2019. Disponível em:

<<https://www.comidadoamanha.org/relatorioeatlancet>>. Acesso em: 19 maio. 2024.

US CENSUS BUREAU. **Historical Estimates of World Population**. 2022. Disponível em: <<https://www.census.gov/data/tables/time-series/demo/international-programs/historical-est-worldpop.html>>. Acesso em: 17 maio. 2024

VAN DER SMAN, R. G. M. Impact of Processing Factors on Quality of Frozen Vegetables and Fruits. **Food Engineering Reviews**, v. 12, n. 4, p. 399–420, dez. 2020. <https://doi.org/10.1007/s12393-020-09216-1>

VELP SCIENTIFICA. **Operating Manual NDA Series Dumas Nitrogen Analyzer**. [s.l.] Italy, 2019.

WILD, F. et al. The evolution of a plant-based alternative to meat: From niche markets to widely accepted meat alternatives. **Agro FOOD Industry Hi Tech**, v. 25, n. 1, p. 45–49, 2014.

ZHU, J. et al. Leveraging microalgae as a sustainable ingredient for meat analogues. **Food Chemistry**, v. 450, p. 139360, ago. 2024. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.139360>

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

	<p>TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO NÚMERO DO PARECER NO CEP: 3.117.036 (CONEP)</p>
<p>Título do Projeto: Caju como matéria-prima para produtos "plant-based".</p> <p>Pesquisador responsável por obter o consentimento: Deborah dos Santos Garruti</p> <p>Pesquisador responsável pelos experimentos: Selene Daiha Benevides e Ana Paula Dionísio</p> <p>Endereço: Rua Dra Sara Mesquita, 2270, Planalto Pici, Fortaleza, CE.</p> <p>Email: deborah.garruti@embrapa.br / ana.dionisio@embrapa.br / Fones: (85) 984102000 / (85) 999994400</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 2023.</p>	
 _____ Assinatura do responsável pela pesquisa consentimento	_____ Assinatura do voluntário  _____ Assinatura do responsável por obter o
<p>Endereço do Comitê de Ética: 8109 - Santa Casa de Misericórdia de Sobral R. Antônio Crisóstomo de Melo, 919 - Centro, Sobral – CE.</p>	

Fonte: Embrapa (2023).

ANEXO B – FICHA DE ANÁLISE SENSORIAL

PROVADOR

ANÁLISE SENSORIAL DE KIBE VEGETAL

NOME: _____ DATA: ____/____/____

Faixa Etária: () 18-25 () 26-35 () 36-45 () 46-55 () >55 Gênero: () Fem () Mas. () outros () Prefiro não informar

AMOSTRA

135

1. Você está recebendo uma amostra de kibe vegetal. 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 **SABOR**, individualmente:

SABOR	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 da **TEXTURA**, individualmente:

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

6. DIAGNÓSTICO DE ATRIBUTOS: Por favor, avalie os descritores abaixo, indicando com um x, a intensidade percebida para cada descritor na amostra. Para cada descritor foi utilizada uma escala ancorada nos seus extremos com termos descritivos que indica (nenhum/pouco=1; forte/muito=9)

- | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-------------------------------------|---------------|--|--|--|--|--|--|---------------|
| A. Cor | () () () () () () () () () | Claro | | | | | | | Escuro |
| B. Sabor de produtos do mar | () () () () () () () () () | Nenhum | | | | | | | Forte |
| C. Sabor de caju | () () () () () () () () () | Nenhum | | | | | | | Forte |
| D. Firmeza | () () () () () () () () () | Pouco | | | | | | | Muito |
| E. Suculência | () () () () () () () () () | Pouco | | | | | | | Muito |

7. 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: _____

OBRIGADO!