

Utilização da fibra de caju e da proteína texturizada de soja no desenvolvimento de um produto análogo ao hambúrguer

Use of cashew fiber and textured soy protein in the development of a hamburger-like product.

Maria Regina Martins Costa¹

Deocleciano Cassiano de Santana Neto²

Thamirys Lorraine Santos Lima³

Patrícia Maria de Araújo Gomes⁴

RESUMO

A busca por proteínas alternativas a carne é crescente já que o público vegetariano ou vegano procura nos supermercados alimentos que sejam “semelhantes a carne”, mas que sejam elaborados a partir de fontes vegetais. Neste sentido, objetivou-se com este estudo, utilizar a fibra do caju e a proteína texturizada de soja para desenvolver um produto análogo ao hambúrguer. Foram desenvolvidas quatro formulações, sendo elas: FC (100% proteína de soja), F1 (75% proteína de soja e 25% fibra de caju), F2 (50% proteína de soja e 50% fibra de caju) e F3 (100% fibra de caju). Realizaram-se as análises físico-químicas de umidade, cinzas, atividade de água, pH e acidez. Os demais parâmetros foram pesquisados em tabelas de composição de alimentos para a elaboração de tabelas de informação nutricional das formulações FC e F3. Todas as formulações apresentaram bons parâmetros físico-químicos e nutricionais, porém, é importante que outros estudos desta natureza sejam realizados com a determinação de parâmetros microbiológicos e sensoriais. É viável utilizar a fibra de caju e a proteína texturizada de soja para elaborar produtos análogos ao hambúrguer como uma forma de agregar valor ao produto e como forma de diversificar as opções de produtos plant-based disponíveis no mercado.

Palavras-chave: Aproveitamento. Bagaço de caju. Carne vegetal.

¹Técnica em Agroindústria, Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Lagoa Seca-PB, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-6853-6468>

²Técnico de laboratório, Instituto Federal do Paraná, Campus Pitanga, Pitanga-PR, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1017-1383>

³ Docente, Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Lagoa Seca-PB, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8296-1547>

⁴ Docente, Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Lagoa Seca-PB, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0050-8229>

ABSTRACT

The search for alternative proteins to meat is growing, as vegetarians and vegans seek out foods in supermarkets that are "meat-like" but made from plant-based sources. In this sense, this study aimed to use cashew fiber and textured soy protein to develop a product analogous to a hamburger. Four formulations were developed: FC (100% soy protein), F1 (75% soy protein and 25% cashew fiber), F2 (50% soy protein and 50% cashew fiber), and F3 (100% cashew fiber). Physicochemical analyses of moisture, ash, water activity, pH, and acidity were performed. Other parameters were researched in food composition tables to create nutritional information tables for formulations FC and F3. All formulations presented good physicochemical and nutritional parameters; however, it is important that other studies of this nature be carried out to determine microbiological and sensory parameters. It is feasible to use cashew fiber and textured soy protein to develop products similar to hamburgers as a way to add value to the product and to diversify the options of plant-based products available on the market.

Keywords: Utilization. Cashew pulp. Vegetable meat.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, tem-se observado um crescimento expressivo na busca por alimentos de origem vegetal que apresentem características sensoriais, tecnológicas e nutricionais semelhantes aos produtos cárneos tradicionais. Esse movimento é impulsionado por mudanças no comportamento do consumidor, associadas a preocupações com a saúde, o bem-estar animal e a sustentabilidade ambiental (SANTOS et al., 2023; JOSHI & KUMAR, 2015). Dentro desse contexto, o desenvolvimento de produtos análogos à carne, como hambúrgueres plant-based, tem se tornado uma tendência mundial, representando um dos segmentos mais inovadores da indústria de alimentos (Sha & Xiong, 2020). As definições dos Análogos a Carne são conhecidas como carne sustentável, carne vegetal, carne alternativa, carne análoga, carne falsa ou carne vegetariana. Esses análogos à carnes são feitos de proteína não animal que imitam a aparência, o sabor e a textura da carne vermelha (MISTRY et al., 2020).

A proteína texturizada de soja (PTS) tem sido amplamente empregada como base proteica em formulações de produtos vegetais devido ao seu alto valor biológico, boa digestibilidade e capacidade de absorção de água e gordura, o que contribui para a textura e suculência desejadas em produtos análogos à carne (JAYASENA & JO, 2014; FERREIRA et al., 2021). Além disso, a soja é uma leguminosa com perfil de aminoácidos essenciais equilibrado, tornando-se uma alternativa viável do ponto de vista nutricional e tecnológico (SILVA et al., 2021).

Por outro lado, a fibra de caju, subproduto da agroindústria de sucos e doces, tem despertado interesse por ser uma fonte de fibras alimentares, compostos bioativos e minerais, podendo ser aproveitada como ingrediente funcional e alternativa sustentável na formulação de novos produtos alimentícios (ARAÚJO et al., 2022; MEDEIROS et al., 2020). O aproveitamento dessa biomassa contribui não apenas para a redução do desperdício agroindustrial, mas também para a valorização de resíduos regionais, especialmente no contexto do Nordeste brasileiro, onde o caju é uma das principais frutas produzidas (CARVALHO et al., 2021). Dessa forma, o aproveitamento da fibra do caju é extremamente importante, visto que, o caju possui alto teor de vitamina C, açúcares e alguns minerais importante como cálcio, ferro e fósforo, além de contém compostos fenólicos (taninos, carotenoides e antocianinas) e pigmento naturais que dão a coloração amarelada ou

vermelho alaranjado presente em sua película (PORTO-LUZ et al., 2020; SILVA et al., 2024).

Para utilizar a fibra de caju é necessário um pré-tratamento com água e prensagem para reduzir o teor de açúcares, a acidez e o sabor residual de caju, além de influenciar na redução do tamanho das fibras. Após esse tratamento, a fibra apresenta características que permitem sua incorporação em produtos alimentícios como hambúrgueres, por exemplo (LIMA et al., 2013). Neste contexto, objetivou-se com a presente pesquisa, utilizar a fibra do caju e a proteína texturizada de soja no desenvolvimento de um produto análogo ao hambúrguer.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Local do experimento

O experimento foi executado no Laboratório de Processamento de Carnes e no Laboratório de Análises Físico-Químicas do Complexo Agroindustrial da Escola Agrícola Assis Chauteabriand, da Universidade Estadual da Paraíba, Campus II.

Aquisição das matérias-primas

Os caju, a proteína texturizada de soja e os demais condimentos utilizados para elaboração do produto análogo ao hambúrguer foram adquiridos no comércio local do município de Lagoa Seca -PB.

Obtenção da fibra do caju e da proteína texturizada de soja

Os caju foram lavados em água corrente e sanitizados com solução clorada a 100 ppm para remoção das sujidades e posteriormente a fibra foi extraída de acordo com o que descreve Lima et al., (2013), seguindo as etapas demonstradas na Figura 1. Já a proteína texturizada de soja, antes do uso, foi submetida ao processo de hidratação, conforme recomendações do fabricante descritas na embalagem.



Figura 1. Fluxograma de obtenção da fibra do caju

Processamento do produto análogo ao hambúrguer

Foram desenvolvidos quatro tratamentos diferentes com concentrações de fibra de caju e proteína texturizada de soja conforme descrito na Tabela 1:

Tabela 1. Tratamentos de produtos análogos a hambúrgueres utilizando a fibra de caju e a proteína texturizada de soja.

Tratamentos	Composição
FC	100% de proteína de soja
F1	75% proteína de soja e 25% fibra de caju
F2	50% proteína de soja e 50% fibra de caju
F3	100% de fibra de caju

Fonte: Próprio autor, (2025).

Os produtos análogos aos hambúrgueres foram desenvolvidos segundo os preceitos metodológicos estabelecidos por Lima et al., (2013), com modificações. Todos os ingredientes foram cozidos com agitação até a formação de uma massa moldável (aproximadamente 30 minutos). Posteriormente, a moldagem foi ser realizada

com o auxílio de forma específica para hambúrgueres utilizando-se aproximadamente 85g da massa. Após a moldagem, os hambúrgueres foram embalados em sacos de polietileno e congelados (-18°C) até o momento das análises.

Caracterização dos parâmetros físico-químicos do produto análogo ao hambúrguer

Realizou-se nos quatro tratamentos elaborados as análises em triplicata de umidade, cinzas, atividade de água, pH e acidez total titulável, de acordo com os preceitos metodológicos estabelecidos pelo Instituto Adolf Lutz (IAL, 2008). Os parâmetros de proteínas, lipídeos, carboidratos, sódio e fibra alimentar foram estimados através da consulta em tabelas de composição de alimentos, como a TACO, para serem inseridos na Tabela de Informação Nutricional.

Valor calórico e elaboração das Tabelas de Informação Nutricional

O valor calórico das formulações foi estimado a partir do cálculo das médias aritméticas dos teores de carboidratos, proteínas e lipídeos, multiplicando-se por 4 Kcal.g^{-1} , 4 Kcal.g^{-1} e 9 Kcal.g^{-1} , respectivamente, de acordo com os valores de conversão de Atwater que serão apresentados nas tabelas de informação nutricional (DESSIMONI-PINTO et al., 2011). As Tabelas de Informação Nutricional foram desenvolvidas para os tratamentos FC (100% proteína de soja) e para o tratamento F3 (100% fibra de caju). As tabelas foram elaboradas com base no valor diário de referência conforme RDC nº 429, de 8 de outubro de 2020 (BRASIL, 2020a), a IN nº 75 de 8 de outubro de 2020 (BRASIL, 2020b) e utilizando o Manual de Orientação às Indústrias de Alimentos sobre a Rotulagem Nutricional Obrigatória (BRASIL, 2005), onde serão declarados a porção em gramas, a medida caseira correspondente e os nutrientes obrigatórios.

Organização dos dados

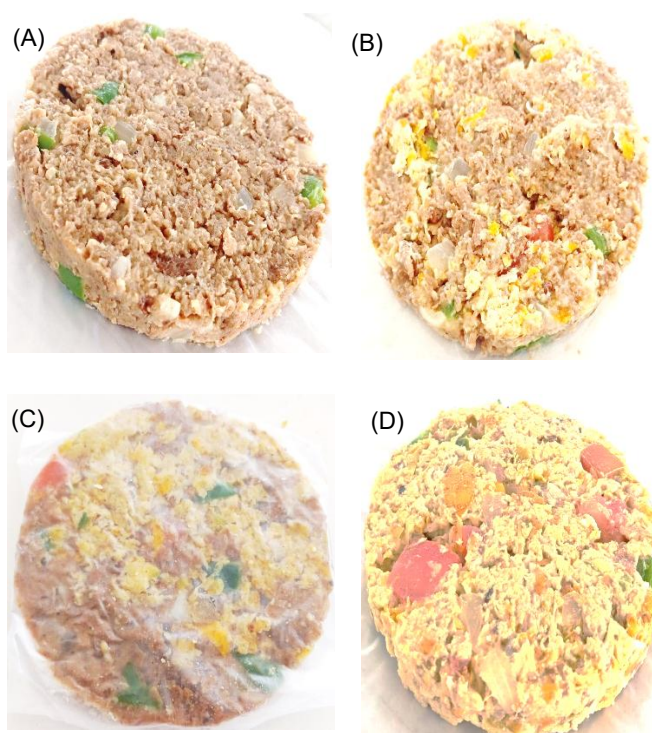
Os dados foram organizados em tabelas com as médias e desvio padrão, utilizando-se o Microsoft Excel, (2010).

3. RESULTADOS

Processamento do produto análogo ao hambúrguer

Os produtos análogos ao hambúrguer utilizando fibra de caju e proteína texturizada de soja encontra-se ilustrados na Figura 2.

Figura 2 – Produtos análogos ao hambúrguer utilizando fibra de caju e proteína texturizada de soja.



(A) – FC (100% proteína de soja); (B) – F1 (75% proteína de soja e 25% fibra de caju); (C) – F2 (50% proteína de soja e 50% proteína de caju); (D) - F3 (100% fibra de caju).

Caracterização dos parâmetros físico-químicos do produto análogo ao hambúrguer

Observa-se na Tabela 2 os resultados físico-químicos das formulações, referente aos parâmetros de umidade, cinzas, atividade de água, pH e acidez.

Tabela 2. Tratamentos de produtos análogos a hambúrgueres utilizando a fibra de caju e a proteína texturizada de soja.

Tratamentos	Umidade* (%)	Cinzas* (%)	Atividade de água*	pH*	Acidez* (% de ácido cítrico)
FC - (100% de proteína de soja)	67,58 ± 0,68	0,003 ± 0,0	0,958 ± 0,008	6,48 ± 0,07	0,15 ± 0,02

F1 - (75% proteína de soja e 25% fibra de caju)	72,51 ± 0,93	0,003 ± 0,0	0,943 ± 0,004	6,04 ± 0,09	0,23 ± 0,01
F2 - (50% proteína de soja e 50% fibra de caju)	73,74 ± 1,10	0,003 ± 0,0	0,957 ± 0,001	5,62 ± 0,20	0,23 ± 0,01
F3 - (100% de fibra de caju)	78,49 ± 1,18	0,002 ± 0,0	0,968 ± 0,010	4,48 ± 0,13	0,35 ± 0,01

Tabelas de Informação Nutricional dos produtos análogos ao hambúrguer

Já no que diz respeito as tabelas de informação nutricional, observa-se na Tabela 3, as informações nutricionais referentes a formulação contendo 100% de proteína de soja (FC) e na Tabela 4, observa-se os valores correspondentes as informações nutricionais do tratamento contendo 100% fibra de caju (F3).

Tabela 3. Tabela de informação nutricional do produto análogo ao hambúrguer referente ao tratamento FC (100% proteína de soja).

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL			
Porção: 80 g (1 unidade)			
	100 g	80 g	%VD*
Valor energético (kcal)	315	252	13
Carboidratos (g)	35,64	28,51	10
Açúcares totais (g)	0,49	0,49	-
Açúcares adicionados (g)	0	0	-
Proteínas (g)	42,63	34,10	45
Gorduras Totais (g)	0,53	0,42	1
Gorduras Saturadas(g)	0	0	0
Gorduras Trans (g)	0	0	-
Fibras alimentares (g)	15,04	12,03	48
Sódio (mg)	788,36	630,69	26
*Percentual de valores diários fornecidos pela porção. Valores diários de referência com base em uma dieta de 2000 Kcal ou 8400KJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.			

Tabela 4. Tabela de informação nutricional do produto análogo ao hambúrguer referente ao tratamento F3 (100% fibra de caju).

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL	
Porção: 80 g (1 unidade)	

4.

	100 g	80 g	%VD*
Valor energético (kcal)	286	229,02	11
Carboidratos (g)	53,3	42,64	14
Açúcares totais (g)	0,4	0,32	-
Açúcares adicionados (g)	0	0	-
Proteínas (g)	5,47	4,38	6
Gorduras Totais (g)	0,82	0,66	1
Gorduras Saturadas(g)	0	0	0
Gorduras Trans (g)	0	0	0
Fibras alimentares (g)	63,9	51,12	204
Sódio (mg)	808,52	646,82	27
*Percentual de valores diários fornecidos pela porção. Valores diários de referência com base em uma dieta de 2000 Kcal ou 8400KJ.			
Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.			

DISCUSSÃO

Processamento do produto análogo ao hambúrguer

O desenvolvimento de hambúrgueres *plant-based* tem avançado significativamente devido à crescente demanda por produtos sustentáveis e nutricionalmente equilibrados. A proteína texturizada de soja (PTS) é amplamente utilizada na formulação desses produtos por apresentar excelente capacidade de retenção de água, formação de textura fibrosa e valor proteico elevado (SCHMID et al., 2022; SUI et al., 2023).

Em relação ao processamento dos produtos análogos aos hambúrgueres, foi possível a obtenção de produtos semelhantes ao de carne no que diz respeito a aparência, corroborando com o estudo realizado por Lima et al., (2013b), que desenvolveram produto semelhante e constaram que formulações de hambúrguer *plant-based* utilizando a fibra de caju indica a necessidade de elaboração de formulações com maior apelo sensorial e maior teor proteico.

Caracterização dos parâmetros físico-químicos do produto análogo ao hambúrguer

Observa-se na Tabela 2 os resultados dos parâmetros físico-químicos das formulações, referente as determinações de umidade, cinzas, atividade de água, pH e acidez. Para o parâmetro de umidade, os valores variaram de 67,58 a 78,49%, sendo que o tratamento FC (100% proteína de soja), apresentou o menor valor de umidade e o tratamento F3 (100% fibra de caju), o maior. Resultados estes, já esperados, uma vez que, a formulação elaborada somente com fibra de caju (F3), era a mais propensa para apresentar maior

umidade, pois, mesmo tendo sido realizado a etapa de prensagem (para a liberação do suco de caju), a fibra ainda fica úmida, refletindo assim, em maior umidade. Diferente do tratamento FC, que não possui a fibra de caju em sua composição, uma vez que a proteína texturizada de soja tem a capacidade maior de promover uma absorção de água da formulação.

Resultados semelhantes foram observados por Pinho et al. (2011) e Guedes-Oliveira et al. (2016), que verificaram aumento significativo no teor de umidade em hambúrgueres com adição de fibra de caju, em comparação aos controles sem o ingrediente. Tal comportamento é atribuído à alta capacidade de retenção de água da fibra alimentar presente no resíduo do pedúnculo do caju, característica associada à sua estrutura lignocelulósica e ao teor de pectina residual, que favorecem a retenção de umidade na matriz do produto. Além disso, mesmo após processos de prensagem, a fibra mantém parte de sua umidade interna, influenciando o balanço hídrico da formulação final (VAN WALRAVEN et al., 2024; ZIÉ et al., 2023).

Por outro lado, a formulação contendo exclusivamente proteína texturizada de soja (FC) apresentou menor teor de umidade, o que pode estar relacionado à natureza desidratada e porosa da PTS, que, após hidratação e cocção, tende a reter a água de maneira mais limitada em comparação às fibras vegetais (SUI et al., 2023). Apesar de a PTS possuir capacidade de absorção de água durante a reidratação, parte dessa água é facilmente perdida durante o aquecimento e prensagem do hambúrguer, resultando em menores teores de umidade final (SCHMID et al., 2022).

A tendência observada indica que a interação entre os componentes fibrosos e proteicos exerce efeito direto na distribuição de água no produto, podendo impactar tanto a textura quanto a estabilidade microbiológica. Formulações com teores mais elevados de fibra de caju tendem a apresentar maior atividade de água (A_w), o que, embora contribua para uma textura mais suculenta, requer atenção quanto à estabilidade e conservação do produto (GUERRERO et al., 2025). Esse comportamento ressalta a importância do equilíbrio entre os ingredientes estruturais e funcionais no desenvolvimento de hambúrgueres *plant-based*, de modo a otimizar a retenção de água sem comprometer a segurança e a textura sensorial do alimento.

Em relação ao parâmetro de cinzas, observa-se na Tabela 1 que os resultados obtidos foram baixos, variando de 0,002 a 0,003%, sendo que os tratamentos FC, F1 e F2 apresentaram os mesmos resultados. O teor de cinzas, também denominado resíduo mineral fixo, representa a fração inorgânica de um alimento, composta principalmente por minerais como cálcio, potássio, magnésio, fósforo e ferro, resultantes da combustão da matéria orgânica (PINHO et al., 2011). Em produtos *plant-based*, esse parâmetro reflete diretamente a composição mineral dos ingredientes utilizados, sendo influenciado pelo tipo e proporção de matérias-primas vegetais empregadas na formulação (VAN WALRAVEN et al., 2024).

A baixa variação nos teores de cinzas entre as formulações pode estar associada à similaridade mineral entre a proteína texturizada de soja e a fibra de caju após o processamento. Durante a obtenção da fibra, etapas como prensagem e secagem podem ocasionar redução parcial do conteúdo mineral, especialmente de minerais solúveis, devido à lixiviação no suco do pedúnculo (ZIÉ et al., 2023). Dessa forma, a contribuição mineral da fibra de caju tende a ser discreta quando comparada a outras fontes vegetais integrais, justificando os baixos valores observados.

Resultados semelhantes foram reportados por Guedes-Oliveira et al. (2016), que verificaram teores reduzidos de cinzas (0,3 a 0,5%) em hambúrgueres com adição de fibra de caju lavada, indicando que a lavagem e a prensagem diminuem a concentração mineral. Dessa forma, os resultados obtidos no presente estudo indicam que tanto a proteína texturizada de soja quanto a fibra de caju, nas condições empregadas, não contribuíram significativamente para o teor mineral total das formulações. Entretanto, o aproveitamento de subprodutos vegetais, como a fibra de caju, ainda representa uma alternativa sustentável e pode ser otimizado por meio de técnicas de enriquecimento mineral ou fortificação, conforme sugerem Van Walraven et al. (2024).

Os valores de atividade de água (A_w) obtidos nas formulações apresentaram-se próximos, variando de 0,943 a 0,968, com destaque para o tratamento F3 (100% fibra de caju), que apresentou o maior valor. Essa tendência já era esperada, uma vez que, a atividade de água está diretamente relacionada à quantidade de água livre disponível no alimento, ou seja, aquela que pode ser utilizada pelos microrganismos para o seu crescimento e multiplicação (FELLOWS, 2017). Assim, considerando que a fibra de caju apresenta elevada capacidade de retenção e retenção parcial de umidade mesmo após a

prensagem, observa-se que a formulação F3 manteve maior disponibilidade de água livre, refletindo no aumento da Aw.

Resultados semelhantes foram relatados por Pinho et al. (2011), ao avaliarem hambúrgueres com adição de resíduo de caju, em que as amostras com maior teor de fibra apresentaram aumento significativo na atividade de água. Segundo os autores, a estrutura porosa e higroscópica da fibra facilita a retenção de água livre na matriz, o que, embora contribua para maior suculência e textura mais macia, pode implicar em menor estabilidade microbiológica do produto. Essa observação também foi reforçada por Guedes-Oliveira et al. (2016), que verificaram maior Aw em formulações contendo fibra de caju lavada, exigindo controle rigoroso de refrigeração e embalagem para prolongar a vida útil.

Por outro lado, a proteína texturizada de soja, embora possua capacidade de absorver água durante a hidratação, tende a reter essa água de forma mais fortemente ligada, reduzindo a fração livre disponível (SCHMID et al., 2022; SUI et al., 2023). Essa característica é desejável sob o ponto de vista de estabilidade, pois menores valores de Aw estão associados à maior resistência à deterioração microbiológica e oxidativa (GUERRERO et al., 2025).

Dessa forma, os resultados obtidos indicam que a atividade de água das formulações é fortemente influenciada pelo tipo e proporção de ingrediente vegetal utilizado, sendo a fibra de caju responsável por aumentar a disponibilidade de água livre, enquanto a proteína de soja tende a restringi-la. O equilíbrio entre esses componentes é, portanto, essencial para o desenvolvimento de hambúrgueres *plant-based* com textura adequada e estabilidade físico-química e microbiológica satisfatória.

Já no que diz respeito aos parâmetros de pH e acidez, estes são considerados inversamente proporcionais, ou seja, enquanto um aumenta, o outro tende a diminuir. Esse comportamento foi constatado ao observar os valores obtidos para as formulações de produtos análogos ao hambúrguer utilizando fibra de caju e proteína texturizada de soja (Tabela 2), onde o tratamento FC (100% proteína de soja) apresentou o maior pH (6,48) e, em consequência, a menor acidez (0,15% de ácido cítrico). Resultados semelhantes foram relatados por Silva et al. (2021), que observaram maior pH em formulações com predominância de proteína de soja devido à sua menor acidez intrínseca e ao efeito tamponante proporcionado por seus grupos amina.

Por outro lado, o tratamento F3 (100% fibra de caju) apresentou maior acidez (0,35% de ácido cítrico), o que já era esperado, uma vez que o caju é considerado uma fruta de caráter ácido, rica em vitamina C e compostos fenólicos que contribuem para o aumento da acidez total (ARAÚJO et al., 2022). De acordo com Medeiros et al. (2020), a presença de componentes naturais do pedúnculo do caju, como ácidos orgânicos e taninos, pode reduzir o pH das formulações alimentares que utilizam essa matéria-prima, influenciando diretamente a estabilidade microbiológica e sensorial do produto. Dessa forma, os resultados obtidos corroboram com a literatura, indicando que o uso da fibra de caju tende a acidificar o produto, enquanto a proteína de soja contribui para valores mais neutros de pH.

Tabelas de Informação Nutricional dos produtos análogos ao hambúrguer

Já no que diz respeito às tabelas de informação nutricional, observa-se na Tabela 3 as informações referentes à formulação contendo 100% de proteína de soja (FC). Nota-se que o produto apresentou um elevado teor proteico (42,63 g/100 g), o que está diretamente relacionado à utilização da proteína texturizada de soja em sua composição. Esse resultado é consistente com estudos prévios que relatam o alto conteúdo de proteínas da soja e seu uso em produtos análogos à carne como principal fonte proteica vegetal (FERREIRA et al., 2021; SANTOS et al., 2023).

As proteínas da soja são reconhecidas por sua elevada qualidade nutricional, contendo todos os aminoácidos essenciais em proporções adequadas para a nutrição humana (JAYASENA & JO, 2014). Além disso, exercem funções fisiológicas importantes, como o transporte de substâncias, a síntese enzimática e hormonal, o equilíbrio osmótico, além de contribuírem para o crescimento e manutenção da massa muscular (FAO, 2019). A presença dessa fração proteica contribui, portanto, para o desenvolvimento de produtos plant-based com alto valor biológico e potencial para substituir produtos cárneos tradicionais, tanto sob o ponto de vista nutricional quanto funcional.

Na Tabela 4, observam-se os valores correspondentes às informações nutricionais do tratamento contendo 100% de fibra de caju (F3), destacando-se os teores de carboidratos, proteínas e fibras alimentares. Os carboidratos são os principais fornecedores de energia para o organismo humano, desempenhando papel essencial nas funções metabólicas e no funcionamento do sistema nervoso central (FAO, 2019). No caso da formulação F3, os

carboidratos são provenientes principalmente da fibra de caju e da farinha de trigo, contribuindo para o fornecimento de energia quando consumido como parte de uma dieta equilibrada.

A quantidade de proteínas presente no tratamento F3 é considerada moderada e inferior ao teor obtido na formulação elaborada apenas com proteína texturizada de soja (Tabela 3), o que já era esperado, uma vez que, o caju apresenta naturalmente baixo conteúdo proteico — cerca de 1 g de proteína para cada 100 g, conforme relatado pela Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO (UNICAMP, 2011). Apesar disso, a presença de fibra alimentar em elevado teor representa um ponto positivo para a formulação, visto que as fibras exercem funções fisiológicas importantes, como a melhora do trânsito intestinal, a redução dos níveis de colesterol e o controle glicêmico (SILVA et al., 2022).

Além dos benefícios nutricionais, ressalta-se a relevância da rotulagem nutricional como instrumento de educação alimentar e nutricional, permitindo que os consumidores façam escolhas mais conscientes e saudáveis (BRASIL, 2020). Nesse sentido, produtos à base de ingredientes vegetais e ricos em fibras, como o desenvolvido neste estudo, alinham-se à tendência atual de consumo de alimentos funcionais e sustentáveis, voltados à promoção da saúde e à redução do impacto ambiental (SANTOS et al., 2023).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização da fibra do caju e da proteína texturizada de soja como estratégia para o desenvolvimento de produtos análogos ao hambúrguer é tecnologicamente viável pelo fato de promover não só agregação de valor ao caju, mas também como ser caracterizado como uma opção de diversificação na dieta dos consumidores que buscam por este tipo de produto no mercado. As formulações desenvolvidas neste estudo apresentaram valores físico-químicos e nutricionais interessantes, porém, necessita-se o desenvolvimento de outros estudos desta natureza quem psosam avaliar os parâmetros microbiológicos e sensoriais de produtos análogos ao hambúrguer utilizando fibra de caju e proteína texturizada de soja.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, C. S.; LIMA, M. V. S.; OLIVEIRA, J. M. *Characterization of cashew apple fiber and its application in plant-based food formulations*. **Food Science and Technology**, v. 42, e12345, 2022.

BRASIL. *Resolução RDC nº 429, de 8 de outubro de 2020*. Dispõe sobre a rotulagem nutricional dos alimentos embalados. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)**, Brasília, 2020.

CARVALHO, A. F. F. U.; MAIA, G. A.; FIGUEIREDO, R. W. *Cashew apple by-products: composition, functionality, and applications in food systems*. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 24, e2020198, 2021.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. *Protein quality assessment in follow-up formula for young children and ready to use therapeutic foods*. FAO Expert Consultation Report. Rome, 2019.

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

FERREIRA, M. S.; ALMEIDA, C. F.; SOUZA, A. R. L. *Physicochemical and nutritional properties of plant-based burgers formulated with soy protein*. **Journal of Food Science and Technology**, v. 58, n. 10, p. 3764–3772, 2021.

GUEDES-OLIVEIRA, J. M. et al. *Washed cashew apple fiber as fat replacer in chicken patties*. **LWT – Food Science and Technology**, v. 69, p. 307–312, 2016.

GUERRERO, M. et al. *Effect of extrusion conditions on the characteristics of texturized vegetable proteins used for plant-based burgers*. **Food Hydrocolloids Advances**, v. 9, 100265, 2025.

JAYASENA, D. D.; JO, C. *Soy protein as a functional ingredient in meat products: A review*. **Journal of Food Science and Technology**, v. 51, n. 10, p. 2495–2501, 2014.

JOSHI, V. K.; KUMAR, S. *Meat analogues: plant-based alternatives to meat products – a review*. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 55, n. 9, p. 1241–1245, 2015.

MEDEIROS, M. F.; SANTOS, R. C.; BARROS, L. M. *Use of cashew apple by-products in food systems: physicochemical and functional implications*. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 23, e2019154, 2020.

PINHO, L. X. et al. *The use of cashew apple residue as source of fiber in low-fat hamburgers*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n. 1, p. 64–69, 2011.

PORTO-LUZ, R. G. et al. *Identification and quantification of antioxidant compounds in clarified cashew apple juice ‘cajuína’*. **Current Nutrition & Food Science**, v. 16, n. 4, p. 585–591, 2020.

SANTOS, E. S.; LIMA, T. L. S.; BARROS, N. V. *Nutritional and technological characterization of plant-based meat analogues formulated with soy protein isolate*. **Food Research International**, v. 170, 113052, 2023.

SCHMID, E. M. et al. *High-moisture extrusion cooking of meat analogs: A review of recent progress and challenges*. **Food Engineering Reviews**, v. 14, p. 239–257, 2022.

SHA, L.; XIONG, Y. L. *Plant protein-based alternatives of reconstructed meat: science, technology, and challenges*. **Trends in Food Science & Technology**, v. 102, p. 51–61, 2020.

SILVA, A. P. S.; GOMES, D. C.; CARVALHO, A. F. *Development and physicochemical characterization of soy protein-based meat analogues*. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 45, n. 7, e15689, 2021.

SILVA, C. M.; FREITAS, R. A.; SOUZA, A. R. L. *Functional properties of dietary fibers and their application in plant-based foods*. **Food Science and Technology**, v. 42, e210123, 2022.

SILVA, E. A. *Valor nutritivo do pedúnculo do caju (Anacardium occidentale L.) na dieta de ovinos*. 2024. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2024.

SUI, X. et al. *High-moisture extrusion of plant proteins: principles, structure formation, and product quality*. **Annual Review of Food Science and Technology**, v. 14, p. 161–182, 2023.

UNICAMP – UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. *Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO)*. 4. ed. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011.

VAN WALRAVEN, N. et al. *From food waste to functional component: Cashew apple pomace as a source of dietary fiber and antioxidants*. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 48, n. 3, e17832, 2024.

ZIÉ, M. et al. *Valorization of cashew apple bagasse in food application: technological, nutritional and sustainability perspectives*. **Food Reviews International**, v. 39, n. 4, p. 715–732, 2023.