

DIFERENTES TEMPERATURAS DE SECAGEM INFLUENCIAM NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E NA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DA FARINHA DO SUBPRODUTO DO CAJU

Kéthelly Rocha Uchôa¹

Samira Lopes de Almeida²

Damiclea Martins Vasconcelos³

Idila Maria da Silva Araújo⁴

Juliana de França Serpa⁵

Marcelo Vitor de Paiva Amorim⁶

Juliana Jales de Hollanda Celestino⁷

RESUMO

O bagaço do caju (*Anacardium occidentale L.*), subproduto rico em componentes nutricionais e compostos bioativos, apresenta potencial para reaproveitamento industrial. Para sua obtenção, podem ser utilizadas diferentes temperaturas de secagem em estufa, podendo influenciar diretamente suas propriedades físico-químicas e nutricionais. Portanto, avaliar o efeito da temperatura nesse processo é essencial para otimizar seu uso como ingrediente funcional. Diante disso, o presente estudo teve como objetivo analisar o efeito de diferentes temperaturas de secagem (50 °C e 60 °C) sobre as características físico-químicas e a composição centesimal da farinha obtida do subproduto do caju (FSC). Para isso, a farinha foi produzida em laboratório a partir do bagaço residual proveniente do processamento industrial do caju, sendo submetida às análises de umidade, lipídios, cinzas, proteína bruta, acidez titulável, pH e sólidos solúveis, conforme metodologias da AOAC (2016) e AOCS (2005). Os carboidratos totais foram obtidos por cálculo, subtraindo-se os demais componentes da composição centesimal. As análises estatísticas foram realizadas no software GraphPad Prism 9.0, utilizando o teste t de Student para comparar as temperaturas, com nível de significância de 5% ($p < 0,05$), sendo os resultados expressos como média e desvio padrão. A comparação entre as temperaturas revelou que a 60°C houve maior redução da umidade e promoveu aumento significativo na acidez titulável, nos sólidos solúveis e nos carboidratos totais. Por outro lado, parâmetros como lipídios, proteína bruta, cinzas e pH mantiveram-se estáveis entre as duas temperaturas. Concluiu-se que a secagem a 60 °C otimiza as propriedades da farinha do subproduto do caju, conferindo-lhe potencial de aproveitamento na indústria alimentícia e potencialmente, na farmacêutica.

Palavras-chave: Bagaço do caju; composição centesimal; secagem; resíduo agroindustrial, bioprospecção.

¹ Discente do Curso de Bacharelado em Farmácia, Instituto de Ciências da Saúde, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB). E-mail: kethelly.rocha8@gmail.com

² Mestre em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB). E-mail: samiraalmeida0517@gmail.com

³ Mestranda em Tecnologia dos Alimentos, Universidade Federal do Ceará (UFC). E-mail: damiclea.martins60@aluno.ifce.edu.br

⁴ Doutora em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) E-mail: idila.araujo@embrapa.br

⁵ Pós-Doutoranda do Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável (IEDS), Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. E-mail: jufraserpa@gmail.com

⁶ Docente do Instituto de Ciências da Saúde, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. E-mail: marcelo.amorim@unilab.edu.br

⁷ Docente do Instituto de Ciências da Saúde, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB). E-mail: juliana.celestino@unilab.edu.br

ABSTRACT

Cashew bagasse (*Anacardium occidentale L.*), a byproduct rich in nutritional components and bioactive compounds, has potential for industrial reuse. Different oven drying temperatures can be used to obtain cashew bagasse, which can directly influence its physicochemical and nutritional properties. Therefore, evaluating the effect of temperature in this process is essential to optimize its use as a functional ingredient. Therefore, the present study aimed to analyze the effect of different drying temperatures (50°C and 60°C) on the physicochemical characteristics and centesimal composition of the flour obtained from the cashew byproduct. For this, the flour was produced in the laboratory from residual bagasse from the industrial processing of the fruit, and was subjected to analyses of moisture, lipids, ash, crude protein, titratable acidity, pH, and soluble solids, according to the methodologies of AOAC (2016) and AOCS (2005). Total carbohydrates were obtained by calculation, subtracting the other components from the centesimal composition. Statistical analyses were performed in GraphPad Prism 9.0 software, using Student's t-test to compare temperatures, with a significance level of 5% ($p < 0.05$), and the results are expressed as mean and standard deviation. The comparison between temperatures revealed that at 60°C there was a greater reduction in moisture and a significant increase in titratable acidity, soluble solids and total carbohydrates. On the other hand, parameters such as lipids, crude protein, ash and pH remained stable between the two temperatures. It was concluded that drying at 60°C optimizes the properties of cashew byproduct flour, giving it potential for use in the food industry and potentially in the pharmaceutical industry.

Keywords: Cashew bagasse; proximal analysis; drying; agro-industrial residue; bioprospecting.

INTRODUÇÃO

O cajueiro (*Anacardium occidentale L.*) é um membro da família *Anacardiaceae* e seu cultivo apresenta grande relevância econômica e social, sobretudo no Nordeste do Brasil (Honorato; Rodrigues, 2010). O caju é constituído pelo pseudofruto, que representa a parte suculenta e carnuda, e a castanha, considerada o verdadeiro fruto. Durante seu processamento industrial são gerados subprodutos, como a polpa residual, a qual normalmente é descartada. Este resíduo, constituído por uma fibra lignocelulósica de baixo valor agregado (Sucupira *et al.*, 2020), apresenta alto valor nutricional e potencial para o desenvolvimento de novos produtos (Das; Aroras, 2017).

Nesse sentido, a Comissão Europeia diferencia desperdício alimentar de subprodutos, sendo o primeiro definido como alimentos crus ou cozidos descartados em qualquer etapa da cadeia produtiva, e o segundo, como produtos que são gerados de forma não intencional, mas podem ser reaproveitados em novos processos com valor agregado (Comissão Europeia, 2010). O relatório mais recente do UNEP, o Food Waste Index Report 2024, revela que em 2022 foram geradas 1,05 bilhão de toneladas de resíduos alimentares, o que equivale a 132 kg per capita. Desse total, 60% ocorreram em domicílios, 28% em serviços de alimentação e 12% no varejo (UNEP, 2024).

Dito isso, o descarte inadequado de resíduos agroindustriais representa um problema relevante, uma vez que materiais como cascas, sementes e polpas de frutas, ricos em vitaminas, fibras, minerais e compostos bioativos, apresentam grande potencial de uso nas indústrias alimentícia, cosmética e farmacêutica (Barreto, 2017; Marques Júnior *et al.*, 2024; Monteiro *et al.*, 2021). O aproveitamento desses subprodutos não apenas contribui para a sustentabilidade ambiental, mas também oferece oportunidades econômicas por meio do desenvolvimento tecnológico de novos produtos funcionais.

Nessa perspectiva, diversos estudos têm evidenciado o potencial de bioprospecção do subproduto da polpa de caju, também denominado como bagaço de caju, na indústria alimentícia. Barros *et al.* (2012) e Lima, (2008) utilizaram esse material no desenvolvimento de hambúrgueres vegetais. Outras pesquisas exploraram a substituição parcial da farinha de trigo por farinha proveniente do bagaço de caju na elaboração de biscoitos e bolos (Moraes *et al.*, 2018; Padilha *et al.*, 2024). Somado a isso, Vieira *et al.* (2020) aplicaram a farinha do bagaço no caju na elaboração de barras de cereais funcionais. Destaca-se a aplicabilidade da farinha proveniente do bagaço do caju, cuja composição centesimal apresenta potenciais valores significativos (Quirino, 2019).

Para validar e expandir essa aplicabilidade da farinha proveniente do bagaço do caju, a realização de análises físico-químicas é fundamental, uma vez que contribuem para a caracterização e valorização de produtos originados do processamento de subprodutos agroindustriais. Esses testes fornecem informações essenciais sobre a composição nutricional e a estabilidade do material, através da análise dos valores de umidade, lipídios, proteínas, cinzas, carboidratos totais, acidez, pH e sólidos solúveis. Tais parâmetros são fundamentais para determinar o potencial de aplicação desses materiais, tanto na indústria alimentícia quanto na farmacêutica. (Bobbio; Bobbio, 2003).

Para a obtenção da farinha do bagaço do caju, a secagem no ambiente laboratorial se configura como uma etapa crítica (Fellows, 2006). Dentre os métodos disponíveis, a secagem em estufa de ar forçado se destaca por sua simplicidade, acessibilidade, custo e eficiência na redução da atividade de água (a_w), o que permite maior conservação do material ao inibir o crescimento microbiano e as reações enzimáticas (Fellows, 2006; Lehninger *et al.*, 2017).

A temperatura empregada durante essa etapa influencia diretamente tanto a eficiência da secagem, quanto a preservação de compostos bioativos. Temperaturas mais elevadas podem acelerar a perda de água, mas também induzir a degradação de moléculas termossensíveis, como vitaminas, polifenóis e outros fitoquímicos, comprometendo as propriedades nutricionais e funcionais do produto final (Marques; Santos, 2022; Gibaldi; Perrier, 1975). A otimização da temperatura de secagem se configura, portanto, como um balanço entre a remoção eficiente de água e a manutenção da integridade dos compostos, um princípio fundamental em tecnologia farmacêutica.

Dado o exposto, a farinha do subproduto do caju apresenta-se como uma alternativa promissora para a indústria alimentícia, pois promove o aproveitamento integral dos recursos naturais e contribui para a redução do desperdício. Para avaliar seu valor nutricional e suas possíveis aplicações, torna-se essencial analisar tanto a composição centesimal quanto suas características físico-químicas. Embora a literatura já demonstre o potencial do bagaço de caju em diversas aplicações, a influência específica das condições de secagem, particularmente da temperatura, sobre a composição centesimal e as propriedades físico-químicas da farinha, ainda demanda estudos mais aprofundados para otimizar seu aproveitamento.

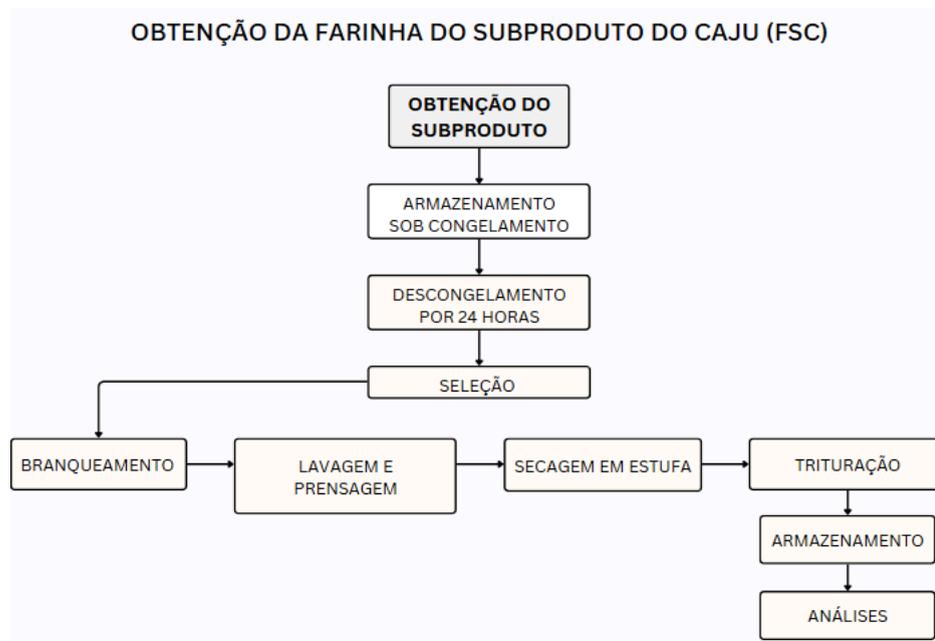
Dito isso, este trabalho teve como objetivo produzir, em laboratório, a farinha do subproduto do caju e analisar os efeitos das temperaturas de secagem de 50 °C e 60 °C, pelo período de 24 horas, sobre os parâmetros físico-químicos - acidez titulável, pH e sólidos solúveis, e de composição centesimal - umidade, lipídios, cinzas, proteína bruta e carboidratos totais.

2 METODOLOGIA

2.1 Obtenção da farinha do subproduto do caju

O fluxograma do processo de obtenção da farinha do subproduto do caju (FSC) está representado na Figura 1 e as etapas descritas subsequentemente.

Figura 1 – Fluxograma da obtenção da farinha do subproduto do caju (FSC).



Fonte: Autoria própria (2025).

2.1.1 Obtenção do subproduto do caju

O bagaço de caju foi doado pela empresa de produção de polpas Bessa Polpas, localizada na cidade de Baturité-CE (Sítio Riacho dos Padres, N01, 62.760-000, Zona Rural). O material foi levado aos laboratórios de Fitotecnia e de Pós Colheita e Tecnologia de Produtos Agropecuários da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab), para posterior processamento.

2.1.2 Processamento do subproduto em laboratório

O material foi armazenado sob temperaturas de -18°C a -25°C . Depois, 24 horas antes do início da produção da farinha, foi retirado para descongelamento sob temperatura aproximada de 4°C . Após isso, foi feita a seleção do subproduto, etapa destinada para a retirada de resíduos sólidos orgânicos e inorgânicos visíveis. Em seguida, o material foi branqueado (imersão em água a 100°C e a 0°C , por 1 min, respectivamente). Seguiu-se com a lavagem do bagaço com água destilada e posterior prensagem. A lavagem foi realizada com o auxílio de uma peneira, utilizando-se a proporção de 1:3 (massa:volume), repetida cinco

vezes, com o objetivo de reduzir o sabor residual característico do caju. A prensagem, por sua vez, foi feita manualmente, utilizando uma espátula sobre o material contido na peneira, com a finalidade de remover o excesso de umidade. Prosseguiu-se, então, com a secagem em estufa com circulação forçada de ar, sendo que parte do material foi colocada a 50°C/24h e outra parte a 60°C/24h. Após a secagem foi realizada a trituração em moinho de facas para obtenção das duas amostras de farinha do subproduto do caju.

2.2 Caracterização físico-química e da composição centesimal das amostras

As amostras de farinha do subproduto do caju processadas, FSC-50° (seca a 50 °C) e FSC-60° (seca a 60°C), foram submetidas a análises físico-químicas e de composição centesimal no Laboratório de Análises de Alimentos (LAA) da Embrapa Agroindústria Tropical.

2.2.1 Análise físico-química

A determinação das características físico-químicas foi realizada em quadruplicata e incluiu a acidez total titulável (ATT), o pH e o teor de sólidos solúveis (SS). A ATT foi quantificada por titulometria, conforme metodologia da Association of Official Analytical Chemists (AOAC) (2016), com resultados expressos em gramas de ácido predominante por 100 gramas (g de ácido predominante 100g⁻¹). O pH foi medido em um pHmetro digital (Mettler Toledo, modelo F20, Ohio, EUA), previamente calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0, seguindo também a AOAC (2016). Já os sólidos solúveis foram determinados por refratometria, utilizando um refratômetro digital (Atago, modelo Pocket refractometer PAL-1, Tóquio, Japão), de acordo com a AOAC (2016), e os valores expressos em °Brix.

2.2.2 Análise de composição centesimal

A análise de composição centesimal foi realizada em quadruplicata e compreendeu a determinação de umidade, lipídios, cinzas, proteína bruta e carboidratos totais. A umidade foi determinada pela perda por dessecação em estufa a 105 °C, seguindo o método da AOAC (2016). O teor de lipídios foi obtido pelo método Am 5-04 da American Oil Chemists Society (AOCS, 2005), utilizando o sistema de extração XT-15 Ankom, que opera sob alta pressão e temperatura (Ankom, 2009). Para as cinzas, a determinação do teor total foi feita por calcinação em forno mufla, de acordo com a metodologia da AOAC (2016), especificamente o método 923.03, indicativo para farinha e alimentos em geral. A proteína bruta foi determinada por combustão, utilizando o método de Dumas no equipamento Analisador de

Nitrogênio/Proteína NDA 701 Dumas (VELP, 2019), com EDTA como padrão, conforme o método AOAC 992.23 (AOAC, 2016). Por fim, o teor de carboidratos totais foi calculado por diferença, utilizando a fórmula: Carboidratos Totais (%) = 100 – (Umidade (%) + Cinzas (%) + Lipídios (%) + Proteína Bruta (%)) (Brasil, 2003).

2.3 Análise Estatística

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando o software GraphPad Prism, versão 9.0. Para comparar as duas amostras, empregou-se o teste t de Student para amostras independentes (não pareado). Os valores apresentados para cada parâmetro foram calculados com base na média e no desvio padrão. Antes da aplicação do teste t, realizou-se o teste F para verificar a homogeneidade das variâncias entre os grupos. Um nível de significância de 5% ($p < 0,05$) foi estabelecido para todas as análises.

3 RESULTADOS

Os resultados obtidos após a secagem do subproduto do caju nas temperaturas de 50 °C e 60 °C estão apresentados na Figura 2.

Figura 2 - Subproduto do caju após secagem a 50 °C e 60 °C, respectivamente.



Subproduto do caju seco a 50 °C à esquerda e subproduto do caju seco a 60 °C à direita.

Fonte: Autoria própria (2025).

A análise visual indica que o bagaço do caju seco a 50 °C apresentou coloração mais clara em comparação à amostra submetida à secagem a 60 °C.

Os resultados da análise físico-química das amostras de farinha de subproduto do caju, submetidas à secagem nas temperaturas de 50 °C e 60 °C, estão apresentados nas Tabelas 1.

Tabela 1 – Análises físico-químicas da farinha do subproduto do caju submetida à secagem a 50 °C e 60 °C.

Parâmetros	Temperatura de secagem		Teste t
	50 °C	60°C	<i>p</i> -valor (<i>p</i> < 0,05)
Acidez total titulável (g de ácido predominante x 100g-1)	0,04 ± 0,003	0,07 ± 0,005	< 0,0001
pH	5,23 ± 0,14	5,30 ± 0,06	0,4246
Sólidos Solúveis (° Brix)	4,03 ± 0,05	8,00 ± 0,00	< 0,0001

Diferença estatística entre as temperaturas testadas para cada um dos parâmetros analisados, quando *p* < 0,05.

Para alguns parâmetros avaliados, houve diferenças significativas entre as temperaturas de secagem testadas. A secagem a 60 °C aumentou a acidez total titulável (0,07 ± 0,005 g/100g) em relação à secagem a 50 °C (0,04 ± 0,003 g/100g; *p* < 0,0001). Os sólidos solúveis também aumentaram consideravelmente a 60 °C (8,00 ± 0,00 °Brix), superando o valor a 50 °C (4,03 ± 0,05 °Brix; *p* < 0,0001). Quanto ao pH, os valores observados foram de 5,23 ± 0,14 e 5,30 ± 0,06 para 50 °C e 60 °C, respectivamente, sem diferenças significativas entre as temperaturas (*p* = 0,4246).

Os resultados da análise da composição centesimal das amostras de farinha de subproduto do caju, submetidas à secagem nas temperaturas de 50 °C e 60 °C, estão apresentados nas Tabelas 2.

Tabela 2 – Análises da composição centesimal da farinha do subproduto do caju submetida à secagem a 50 °C e 60 °C.

Parâmetros	Temperatura de secagem		Teste t
	50 °C	60°C	<i>p</i> -valor (<i>p</i> < 0,05)
Umidade (%)	6,18 ± 0,81	5,03 ± 0,11	0,03
Lipídios (%)	2,17 ± 0,31	1,92 ± 0,09	0,1827
Cinzas (%)	1,59 ± 0,07	1,55 ± 0,05	0,372
Proteína bruta (%)	12,54 ± 0,17	12,61 ± 0,23	0,6094
Carboidratos totais (%)	77,52 ± 0,91	78,88 ± 0,30	0,0304

Diferença estatística entre as temperaturas testadas para cada um dos parâmetros analisados, quando *p* < 0,05.

Assim como o resultado da análise físico-química, a análise da composição centesimal também apresentou diferenças significativas em alguns parâmetros avaliados. A umidade da amostra seca a 60 °C (5,03% ± 0,11) foi significativamente menor que a da amostra seca a 50

°C ($6,18\% \pm 0,81$; $p = 0,03$). Além disso, houve uma diferença significativa nos carboidratos totais ($p = 0,0304$), com médias de $78,88 \pm 0,30\%$ para a amostra seca a 60 °C e $77,52 \pm 0,91\%$ para a 50 °C. Por outro lado, os parâmetros de lipídios, cinzas, proteína bruta não apresentaram diferenças significativas entre as amostras secas a 50 °C e 60 °C ($p > 0,05$). O teor de lipídios foi de $2,17 \pm 0,31\%$ para a amostra seca a 50 °C e $1,92 \pm 0,09\%$ para a de 60 °C ($p = 0,1827$). As cinzas apresentaram valores de $1,59 \pm 0,07\%$ e $1,55 \pm 0,05\%$, respectivamente ($p = 0,372$). A proteína bruta manteve-se praticamente constante, com $12,54 \pm 0,17\%$ a 50 °C e $12,61 \pm 0,23\%$ a 60 °C ($p = 0,6094$).

4 DISCUSSÃO

A conversão de resíduos como cascas, sementes e bagaço em farinhas permite avaliar seu potencial nutricional e tecnológico por meio de análises físico-químicas e centesimais. Esses subprodutos geralmente apresentam maiores teores de nutrientes e maior estabilidade, o que os torna alternativas viáveis às farinhas convencionais, além de prolongar a vida útil dos produtos e reduzir perdas na cadeia produtiva (Piovesana; Bueno; Klajn, 2013).

Nesse contexto, a diferença de cor entre os subprodutos do caju secos a 50 °C e 60 °C pode estar relacionada ao aumento de reações de escurecimento não enzimático, como a reação de Maillard, além da degradação de pigmentos naturais, os quais são sensíveis ao calor. Segundo Fellows (2006), mesmo em temperaturas moderadas, essas alterações podem ocorrer durante a secagem, resultando em redução da luminosidade e mudanças nos tons característicos do produto.

No que tange às análises físico-químicas, a acidez titulável é um importante parâmetro na caracterização físico-química de alimentos, especialmente de frutas e seus subprodutos. Ela representa a concentração total de ácidos orgânicos presentes e está diretamente relacionada ao sabor, estabilidade microbiológica e conservação do produto (Oliveira; Gomes, 2011). Em frutas tropicais, como o caju, a acidez pode variar de acordo com o estágio de maturação, condições de processamento e temperatura de secagem (Ribeiro; Seravalli, 2007).

No presente estudo, observou-se um aumento significativo da acidez titulável na farinha de bagaço de caju seca a 60 °C ($0,07$ g/100 g) em comparação à seca a 50 °C ($0,04$ g/100 g). Esse aumento pode estar relacionado a diversos fatores físico-químicos decorrentes da exposição térmica durante a secagem. Um dos principais mecanismos responsáveis por esse fenômeno é a formação de ácidos orgânicos como resultado de reações térmicas envolvendo compostos naturalmente presentes no material. A degradação térmica de açúcares

redutores, como glicose e frutose, por exemplo, pode gerar ácidos, como ácido fórmico e ácido acético, que contribuem para a elevação da acidez titulável (Oliveira; Gomes, 2011).

Outro fator importante é o efeito de concentração provocado pela perda de água durante a secagem. A temperatura de 60 °C proporciona maior eficiência na remoção da umidade em relação a 50 °C, o que reduz o volume de água livre na amostra e, conseqüentemente, eleva a concentração dos sólidos solúveis, incluindo os ácidos orgânicos naturalmente presentes (Oliveira; Gomes, 2011).

Os sólidos solúveis, expressos em graus Brix (°Brix), representam a concentração de substâncias solúveis em água, como açúcares, ácidos orgânicos, vitaminas e minerais. Esse parâmetro é amplamente utilizado para avaliar o grau de maturação, qualidade sensorial e valor nutricional de frutas e seus derivados (Oliveira; Gomes, 2011). Valores mais elevados de °Brix geralmente indicam maior teor de açúcares, conferindo sabor mais doce ao produto final. A elevação do valor de °Brix na farinha seca a 60 °C (8,00 °Brix) em comparação à de 50 °C (4,03 °Brix), pode estar relacionada à maior concentração desses compostos após a perda de água decorrente do processo de secagem.

No estudo realizado por Araújo *et al.* (2017) foram avaliados os teores de sólidos solúveis em farinhas obtidas a partir de subprodutos de abacaxi, banana, melão e laranja, com valores respectivos de 0,90%, 1,00%, 1,00% e 0,90%. Em comparação, a FSC apresentou teor mais elevado, o que representa um diferencial positivo, uma vez que isso influencia na aplicação da farinha em formulações alimentícias, especialmente em produtos funcionais, seja os enriquecidos, seja os com apelo sensorial mais atrativo.

No contexto alimentar, o valor de pH é considerado crucial, pois influencia a estabilidade microbiológica, as reações químicas durante o armazenamento e a aceitabilidade sensorial (Oliveira; Gomes, 2011). Alimentos com baixo pH, por exemplo, demonstram maior estabilidade microbiológica ao inibir o crescimento de microrganismos deteriorantes (Bobbio; Bobbio, 2003). Além disso, o pH pode ser alterado por processos como secagem, fermentação e a degradação de componentes orgânicos, como ácidos e aminoácidos.

Neste estudo, os valores médios de pH das amostras secas a 50 °C (5,23) e 60 °C (5,30) não diferiram significativamente, indicando que a variação na temperatura de secagem não alterou a acidez final do produto. Embora a faixa esteja de acordo com a acidez natural do caju, ela se aproxima mais da neutralidade do que a polpa fresca (geralmente 4,6) (Gadelha *et al.*, 2009). Essa elevação pode ser atribuída à concentração de sólidos não ácidos (proteínas e minerais) ou à perda de ácidos voláteis durante a secagem. Resultados semelhantes foram observados por Araújo *et al.* (2017) que encontraram pH entre 4,31 (abacaxi) e 5,80 (banana)

em farinhas de subprodutos, demonstrando que resíduos vegetais mantêm características ácido-base consistentes mesmo após processamento térmico.

No que se refere à análise da composição centesimal, os teores de umidade da farinha do subproduto do caju seca a 50 °C (6,18%) e 60 °C (5,03%) foram semelhantes aos encontrados na farinha do subproduto da acerola (6,64%) (Magalhães et al., 2021). Os teores encontrados no presente estudo estão dentro dos parâmetros estabelecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) para farinhas e farelos, que é de no máximo 15% (Anvisa, 2005). A alta umidade presente em resíduos de frutas representa um obstáculo significativo para sua utilização direta (França, 2014). Dessa forma, torna-se essencial a aplicação de tecnologias apropriadas, como o processo de desidratação empregado neste estudo, a fim de prolongar sua vida útil.

Ademais, manter um baixo teor de umidade é crucial, pois contribui para a preservação da qualidade microbiológica do material, de forma a assegurar sua qualidade geral. A redução significativa da umidade na farinha de bagaço de caju seca a 60 °C (5,03%) em comparação com a seca a 50 °C (6,18%) demonstra maior eficiência da temperatura mais elevada na remoção de água. Esse resultado corrobora com a literatura, que indica que a secagem térmica promove a evaporação da água livre, resultando na diminuição do teor de umidade e no prolongamento da vida útil do produto (Fellows, 2006; Lehninger *et al.*, 2017).

No que tange a análise de lipídios, conforme a RDC nº 428/2020 da Anvisa (Brasil, 2020a), alimentos sólidos que apresentem até 3 g de lipídios por 100 g podem ser classificados como de 'baixo teor de gordura'. Com base nos resultados obtidos, a FSC apresentou 2,17 g/100 g na amostra seca a 50 °C e 1,92 g/100 g na amostra seca a 60 °C. Portanto, enquadra-se nessa categoria, atendendo às normas vigentes para rotulagem nutricional, conforme estabelecido também pela IN 75/2020 (Brasil, 2020a). Essa característica é vantajosa do ponto de vista nutricional, especialmente em formulações destinadas ao público com restrições dietéticas, tendo em vista o valor calórico dos lipídios. A baixa concentração lipídica também favorece a estabilidade oxidativa da farinha durante o armazenamento, contribuindo para maior tempo de prateleira (Oliveira; Gomes, 2011).

Os teores de lipídeos permaneceram estáveis entre as temperaturas de secagem analisadas. Essa estabilidade pode ser atribuída às suas características físico-químicas, que possuem baixa volatilidade e são relativamente resistentes à degradação térmica em condições moderadas, como as empregadas neste estudo. De acordo com Damodaran e Parkin (2018), os lipídios são compostos menos suscetíveis à perda por evaporação durante a secagem, especialmente quando comparados a componentes mais voláteis, como a água. Portanto, a

manutenção dos níveis lipídicos reforça a adequação das condições de secagem para preservar esse componente na farinha do bagaço de caju.

Os teores de cinzas observados nas farinhas de bagaço de caju secas a 50 °C (1,59%) e 60 °C (1,55%) não apresentaram diferença significativa estatisticamente, indicando estabilidade desse parâmetro em relação à variação de temperatura. Conforme descrito por Fellows (2006), o teor de cinzas representa o resíduo inorgânico remanescente após a queima da matéria orgânica e é influenciado principalmente pela composição mineral do alimento, sendo pouco afetado por variações moderadas de temperatura durante a secagem. Assim, a legislação brasileira estabelece o limite de 6,0% para o teor de cinzas totais em algumas farinhas vegetais (Brasil, 2005). Valores discrepantes podem indicar alteração no material, seja intencional para aumentar o conteúdo, decorrente de uma contaminação, por exemplo.

É válido salientar ainda que a metodologia de incineração a seco em mufla, empregada neste estudo a temperaturas acima de 500 °C, garante a completa combustão da matéria orgânica e a obtenção de resultados consistentes e reprodutíveis para a determinação do teor de cinzas. A estabilidade observada nesse parâmetro reforça que as condições de secagem utilizadas são adequadas para preservar a composição mineral da farinha de bagaço de caju.

No que se refere aos teores de proteína bruta, as amostras secas a 50 °C (12,54%) e a 60 °C (12,61%) também não apresentaram diferença significativa entre elas. Essa estabilidade é um aspecto positivo do ponto de vista nutricional, considerando que as proteínas são compostos sensíveis à degradação térmica. No entanto, no presente estudo, o teor proteico manteve-se estável mesmo após a exposição a temperaturas moderadas, o que demonstra uma resistência compatível com processos de secagem mais brandos (Oliveira; Gomes, 2011).

Adicionalmente, Júnior *et al.*, (2006) relataram teores de proteína bruta em subprodutos vegetais secos comparáveis aos observados neste estudo, com valores de 8,34% para resíduos de abacaxi, 10,57% para acerola, 8,47% para goiaba e 12,36% para maracujá. Conforme estabelece a RDC nº 428/2020 da Anvisa (Brasil, 2020b), um alimento pode ser classificado como fonte de proteína quando fornece, no mínimo, 6 g de proteína por porção. Nesse contexto, os teores de proteína observados nas amostras analisadas indicam que a farinha do subproduto do caju possui potencial para ser empregada em formulações com apelo nutricional, favorecendo o desenvolvimento de alimentos funcionais e enriquecidos.

Somado aos parâmetros já discutidos, os teores de carboidratos totais encontrados após a secagem a 50 °C (77,51%) e 60 °C (78,87%) foram semelhantes aos observados em farinhas obtidas a partir de subprodutos de banana (68,95%), goiaba (79,24%) e manga (80,69%) (França, 2014). É válido salientar que os carboidratos representam uma fração

relevante no valor energético dos subprodutos de frutas e sua concentração pode influenciar diretamente a funcionalidade desses ingredientes na formulação de alimentos (Quirino, 2019).

Ao comparar os valores de carboidratos totais entre as temperaturas de secagem, observou-se uma diferença estatisticamente significativa, com maior concentração na farinha seca a 60 °C (78,87%) em relação à de 50 °C (77,51%). Esse aumento pode estar associado à maior concentração dos sólidos em decorrência da maior perda de água, assim como observado para os parâmetros acidez titulável e sólidos solúveis (Oliveira; Gomes, 2011).

Além da concentração dos sólidos, a maior temperatura de secagem pode promover a degradação térmica parcial de polissacarídeos, como o amido e outras fibras. Esse processo consiste na quebra de ligações glicosídicas por ação do calor, liberando açúcares menores, como glicose e maltose, que são classificados como açúcares redutores. Embora a 60 °C essa degradação não seja intensa, pode ser suficiente para aumentar ligeiramente a quantidade de açúcares presentes nas análises de carboidratos totais, contribuindo para os valores mais elevados observados nessa condição (Oliveira; Gomes, 2011).

Neste trabalho, entretanto, os teores de carboidratos totais foram calculados, subtraindo-se da composição centesimal. Por isso, o aumento observado a 60 °C sugere relação direta com a maior perda de água e consequente concentração dos sólidos restantes. Embora a literatura cite que temperaturas mais elevadas podem promover a degradação térmica parcial de polissacarídeos, essa hipótese não pode ser confirmada neste estudo, pois não foram realizadas análises específicas para quantificação direta desses açúcares.

5 CONCLUSÃO

Diante do exposto, a temperatura de 60 °C para a obtenção da farinha do subproduto do caju (FSC) apresenta-se como a mais adequada dentre as analisadas, por favorecer a redução da umidade e a concentração de sólidos, sem comprometer a qualidade nutricional da farinha. Tais características conferem à FSC versatilidade e aplicabilidade em formulações alimentícias funcionais e sustentáveis, ao promover, sobretudo, o reaproveitamento de resíduos agroindustriais.

Ademais, o teor proteico encontrado permite considerar a FSC como um potencial fonte de proteína vegetal, enquanto o baixo teor de lipídios reforça sua aplicabilidade em formulações com apelo restritivo calórico. Espera-se, com isso, que os resultados obtidos forneçam dados relevantes não apenas para o aproveitamento integral do caju na indústria de alimentos funcionais e no desenvolvimento de novos produtos com valor nutricional, mas também ofereçam subsídios para potenciais aplicações bromatológicas na área farmacêutica.

Sugere-se, ainda, que estudos futuros avaliem o percentual dos compostos bioativos, sua estabilidade durante o armazenamento e ainda sua aplicação sensorial e tecnológica.

AGRADECIMENTOS

À empresa Bessa Polpas pela doação do subproduto do caju. Aos laboratórios de Fitotecnia e de Pós Colheita e Tecnologia de Produtos Agropecuários, sob a responsabilidade das professoras Dra. Virna Braga Marques e Dra. Ana Carolina da Silva Ferreira, da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (Unilab), pela disponibilização do espaço para o processamento do subproduto. Ao Laboratório de Análises de Alimentos (LAA) da Embrapa Agroindústria Tropical pela realização das análises físico-químicas e da composição centesimal. Por fim, à Unilab, pelo fomento à pesquisa por meio da bolsa de iniciação científica, à qual este trabalho está vinculado.

REFERÊNCIAS

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

AOCS. American Oil Chemists' Society. **Official Method Am 5-04**, Rapid determination of oil/fat utilizing high temperature solvent extraction. Urbana: Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society, 2005.

AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). **Official methods of analysis off AOAC International**. 20 ed. Editor: Dr. George W. Latimer, Jr. Rockville, MD, USA, 2016.

ARAÚJO, Karoline Thays Andrade *et al.* CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE FARINHAS DE FRUTAS TROPICAIS. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 7, n. 2, p. 110–115, 23 nov. 2017.

BARRETO, Stella Maria Andrade Gomes. Utilização do subproduto do beneficiamento do sisal (*Agave sisalana* Perrine): desenvolvimento de nanoemulsões cosméticas e avaliação da segurança e eficácia. 31 mar. 2017.

BARROS, Nara Vanessa dos Anjos *et al.* Elaboração de hambúrguer enriquecido com fibras de caju (*Anacardium occidentale* L.). **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 30, n. 2, p. 315–325, 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Instrução Normativa nº 75, de 8 de outubro de 2020**.

Estabelece os requisitos técnicos para a declaração da rotulagem nutricional dos alimentos embalados. Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 9 de outubro de 2020a. Disponível em:

<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-75-de-8-de-outubro-de-2020-282071143>. Acesso em: 04 jun. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003**. Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. Diário Oficial da União, Poder Executivo, de 26 de dezembro de 2003. Disponível em:

https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2003/res0360_23_12_2003.html. Acesso em: 24 maio 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005**. Regulamento Técnico para Produtos de Cereais, Amidos, Farinhas e Farelos. Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 23 de setembro de 2005. Disponível em:

https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0263_22_09_2005.html. Acesso em: 26 maio 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **RDC nº 428, de 15 de setembro de 2020**. Dispõe sobre a rotulagem nutricional obrigatória de alimentos embalados. Diário Oficial da União; Poder Executivo, de 16 de setembro de 2020b. Disponível em:

<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-de-diretoria-colegiada-rdc-n-429-de-8-de-outubro-de-2020-282070599>. Acesso em: 04 jun. 2025.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do Processamento de Alimentos**. 3. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2003. ISBN: 9788574321851.

COMISSÃO EUROPEIA. **Preparatory study on food waste across EU 27**. 2010. Disponível em: https://green-forum.ec.europa.eu/levels_en. Acesso em: 1 maio 2025.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L. **Química de Alimentos de Fennema**. 5ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2018.

DAS, Ipsita; ARORA, Amit. Post-harvest processing technology for cashew apple – A review. **Journal of Food Engineering**, v. 194, p. 87–98, 1 fev. 2017.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. ISBN: 9788536305924.

FRANÇA, Flávia de Andrade. **Caracterização nutricional e avaliação do potencial antioxidante de farinhas obtidas de resíduos de frutas**. 2014. 70 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2014.

GADELHA, Ferreira *et al.* Universidade Federal Rural do Semi-Árido Brasil. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 1, p. 115–118, 2009.

GIBALDI, M.; PERRIER, D. **Farmacocinética**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1975.

HONORATO, Talita L.; RODRIGUES, Sueli. Dextranucrase stability in cashew apple juice. **Food and Bioprocess Technology**, v. 3, n. 1, p. 105–110, jan. 2010.

JÚNIOR, Brasil Lousada *et al.* Universidade Federal do Ceará. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 37, n. 1, p. 70–76, 2006.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 7. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

LIMA, Janice Ribeiro. Caracterização físico-química e sensorial de hambúrguer vegetal elaborado à base de caju. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 1, p. 191–195, 2008.

MAGALHÃES, Marcela Paula Drumond *et al.* Obtenção da farinha do resíduo do processamento de acerola e avaliação de compostos bioativos e nutritivos. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 14, p. e188101420714, 30 out. 2021.

MARQUES JUNIOR, José Edvan *et al.* Lactic acid production from cashew apple bagasse, an agro-industrial waste, and its application in the enzymatic synthesis of polylactic acid. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 56, 1 fev. 2024.

MARQUES, L. L. M.; SANTOS, J. R. M. dos. **Secagem de frutas e hortaliças: aspectos tecnológicos e nutricionais**. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, v. 24, n. 1, p. 45–58, 2022.

MONTEIRO, Pedro *et al.* Seaweeds as a Fermentation Substrate: A Challenge for the Food Processing Industry. **Processes** 2021, Vol. 9, Page 1953, v. 9, n. 11, p. 1953, 31 out. 2021.

MORAIS, Elaine Carvalho de *et al.* Elaboração de cupcake adicionado de farinha de fibra de caju: caracterização físico-química e sensorial. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 9, n. 2, p. 1–14, 31 dez. 2018.

OLIVEIRA, G. F.; GOMES, J. C. **Análise de alimentos: princípios e métodos**. Viçosa: Editora UFV, 2011. ISBN: 9788572693998.

PADILHA, Luana Lopes *et al.* FARINHA DO PEDÚNCULO DE CAJU (*Anacardium occidentale L.*) COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL: ELABORAÇÃO E ACEITABILIDADE DE BISCOITOS. **Interfaces Científicas - Saúde e Ambiente**, v. 9, n. 3, p. 242–256, 7 maio de 2024.

PIOVESANA, Alessandra; BUENO, Micheli Maria; KLAJN, Vera Maria. Elaboração e aceitabilidade de biscoitos enriquecidos com aveia e farinha de bagaço de uva. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 16, n. 1, p. 68–72, 19 mar. 2013.

QUIRINO, Eliakin Cassiano Gomes. Obtenção da farinha do pedúnculo de caju e seu emprego na formulação de bolo rico em fibras. 9 maio 2019.

RIBEIRO, E. P.; SERAVALLI, E. A. G. **Química de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2007.

SUCUPIRA, Natália Rocha *et al.* Evaluation of cooking methods on the bioactive compounds of cashew apple fibre and its application in plant-based foods. **Heliyon**, v. 6, n. 11, 1 nov. 2020.

UNEP, UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Food Waste Index Report 2024**. Nairobi: UNEP, 2024.

<https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/world-squanders-over-1-billion-meals-day-un-report>. Disponível em: <https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/world-squanders-over-1-billion-meals-day-un-report>. Acesso em: 01 maio 2025.

VELP SCIENTIFICA. **Operating Manual NDA Series Dumas Nitrogen Analyzer**. Italy, 2019 (Rev F 11/20/19), 145 p.

VIEIRA, Danise Medeiros *et al.* Elaboração de barra de cereal com resíduos secos de abacaxi e caju. **Caderno Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 9, n. 7, p. p6839, 8 jan. 2020.