UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO REGIONAL
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CURSO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

CAMILE VITÓRIA CLEMENTINO DA SILVA COSTA

APROVEITAMENTO INTEGRAL DO CAJU (*Anacardium occidentale* L.): APLICAÇÃO TECNOLÓGICA DA FARINHA DO BAGAÇO E CASTANHAS QUEBRADAS EM BISCOITOS DO TIPO COOKIES

João Pessoa/PB
2026

CAMILE VITÓRIA CLEMENTINO DA SILVA COSTA

APROVEITAMENTO INTEGRAL DO CAJU (*Anacardium occidentale* L.): APLICAÇÃO TECNOLÓGICA DA FARINHA DO BAGAÇO E CASTANHAS QUEBRADAS EM BISCOITOS DO TIPO COOKIES

Trabalho de Conclusão de Curso desenvolvido e apresentado no âmbito do Curso de Graduação em Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal da Paraíba como requisito para obtenção do título de Tecnólogo de Alimentos.

Orientadora: Prof.ª Dr.ª Angela Maria Tribuzy de Magalhães Cordeiro

Coorientador: MSc. Rogério Silva de Almeida

João Pessoa/PB

2026

Catalogação na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

C838aa Costa, Camile Vitoria Clementino da Silva.
Aproveitamento integral do caju (anacardium occidentale l.): aplicação tecnológica da farinha do bagaço e castanhas quebradas em biscoitos do tipo cookies / Camile Vitoria Clementino da Silva Costa. - João Pessoa, 2026.
31 f. : il.

Orientação: Angela Maria Tribuzy de Magalhães Cordeiro Cordeiro.
TCC (Graduação) - UFPB/CTDR.

1. Bagaço de caju. 2. Aproveitamento de resíduos. 3. Snacks. 4. Alimentos funcionais. I. Cordeiro, Angela Maria Tribuzy de Magalhães Cordeiro. II. Título.

UFPB/CTDR CDU 634.573

Elaborado por Rodrigo Araújo de Sá Pereira - CRB-755/O

CAMILE VITÓRIA CLEMENTINO DA SILVA COSTA

APROVEITAMENTO INTEGRAL DO CAJU (*Anacardium occidentale* L.): APLICAÇÃO TECNOLÓGICA DA FARINHA DO BAGAÇO E CASTANHAS QUEBRADAS EM BISCOITOS DO TIPO COOKIES

João Pessoa, 7 de abril de 2026.

BANCA EXAMINADORA

gov.br Documento assinado digitalmente
ANGELA MARIA TRIBUZY DE MAGALHAES CORDI
Data: 14/04/2026 17:01:56-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

Prof.ª Dr.ª Angela Maria Tribuzy de Magalhães Cordeiro
Orientadora

gov.br Documento assinado digitalmente
MARISTELA ALVES ALCANTARA
Data: 14/04/2026 17:48:07-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

Dra Maristela Alves Alcântara
Avaliadora Interna

gov.br Documento assinado digitalmente
THAMIRYS DE LUNA SOUZA
Data: 14/04/2026 17:32:51-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

_____

MSc. MSc. Thamirys de Luna Souza
Avaliador Externo

AGRADECIMENTOS

A trajetória até a conclusão deste trabalho foi marcada por desafios, aprendizados e superações. Sair do interior e mudar para outra cidade representou o início de uma fase repleta de dificuldades, mas também de crescimento pessoal e acadêmico, na qual tive a oportunidade de adquirir novos conhecimentos e compartilhar experiências.

Agradeço, primeiramente, à minha mãe e à minha irmã, pelo apoio incondicional, incentivo constante e pelos conselhos que foram fundamentais ao longo dessa jornada. Sem vocês, esse momento não seria possível. Aos amigos que conquistei durante a graduação, minha sincera gratidão. Em especial, àqueles que fizeram parte do grupo da “salinha”, que estiveram presentes nos momentos de estudo, apoio e troca de experiências, tornando essa caminhada mais leve e significativa.

À minha orientadora, professora Angela, agradeço pela dedicação, paciência e por acreditar em mim, especialmente nos momentos mais difíceis, quando transmitiu segurança e confiança para que eu seguisse até a conclusão deste trabalho.

Ao meu coorientador, Rogério, expresso minha profunda gratidão por todo o suporte durante as análises e pelas contribuições essenciais ao desenvolvimento deste estudo. Sua ajuda foi fundamental em diversas etapas, sempre com leveza e bom humor.

À técnica Maristela, agradeço pela paciência, apoio e pelas valiosas contribuições ao longo do trabalho, sendo sempre solícita e colaborativa.

Por fim, agradeço a todos os professores e colaboradores do Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional (CTDR), que contribuíram para minha formação acadêmica e tornaram essa experiência ainda mais enriquecedora.

A todos que, de alguma forma, fizeram parte dessa jornada, meu muito obrigada!

LISTA DE ILUSTRAÇÕES E TABELAS

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Etapas do preparo da farinha de bagaço de caju 18

Figura 2: Formulações dos cookies.....24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Formulações dos biscoitos tipo cookies utilizando o bagaço de caju e castanhas quebradas.....19

Tabela 2: Composição físico-química da farinha do bagaço de caju.....23

Tabela 3: Composição fisico-química dos cookies desenolvidos apartir da farinha do bagaço de caju.....24

Tabela 4: Propriedades tecnológicas dos cookies.... 25

Tabela 5: Parâmetros de cor..... 26

RESUMO

O aproveitamento de resíduos agroindustriais tem se destacado como uma estratégia sustentável e inovadora na indústria de alimentos. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver cookies com apelo funcional e sustentável, utilizando farinha de bagaço de caju e castanhas de caju fragmentadas, avaliando suas propriedades físico-químicas e tecnológicas. Foram elaboradas quatro formulações, sendo uma formulação controle e três com substituição parcial da farinha de trigo por farinha de bagaço de caju nos níveis de 15%, 30% e 45%. As amostras foram submetidas a análises físico-químicas (teores de umidade, cinzas, proteínas, lipídios, açúcares totais, pH e acidez), bem como a avaliações tecnológicas, incluindo rendimento, perda de cocção, cor e textura. Os resultados indicaram que a adição da farinha de bagaço de caju influenciou significativamente diversos parâmetros, promovendo aumento nos teores de umidade e acidez, redução do pH e modificações na textura dos cookies, em função do elevado teor de fibras do coproduto. Observou-se ainda redução nos teores de lipídios e proteínas à medida que aumentou o nível de substituição da farinha de trigo. As formulações com maior teor de farinha de bagaço de caju apresentaram maior rendimento e menor perda de massa durante a cocção, evidenciando melhor retenção de água. De modo geral, os cookies desenvolvidos apresentaram características tecnológicas adequadas, demonstrando que o aproveitamento do bagaço de caju e das castanhas quebradas configura uma alternativa promissora para o desenvolvimento de produtos com valor nutricional agregado e potencial sustentável.

Palavras-chave: bagaço de caju; aproveitamento de resíduos; snacks; alimentos funcionais.

ABSTRACT

The valorization of agro-industrial residues has emerged as a sustainable and innovative strategy in the food industry. In this context, the present study aimed to develop cookies with functional and sustainable appeal using cashew apple bagasse flour and fragmented cashew kernels, evaluating their physicochemical and technological properties. Four formulations were prepared, consisting of one control formulation and three with partial substitution of wheat flour by cashew apple bagasse flour at levels of 15%, 30%, and 45%. The samples were subjected to physicochemical analyses (moisture, ash, protein, lipid, total sugars, pH, and acidity contents), as well as technological evaluations, including yield, baking loss, color, and texture. The results indicated that the incorporation of cashew apple bagasse flour significantly influenced several parameters, promoting increases in moisture and acidity contents, reduction in pH, and changes in cookie texture, due to the high fiber content of the coproduct. A decrease in lipid and protein contents was also observed as the level of wheat flour substitution increased. Formulations with higher levels of cashew apple bagasse flour exhibited higher yield and lower baking mass loss, indicating improved water retention capacity. Overall, the developed cookies showed adequate technological characteristics, demonstrating that the use of cashew apple bagasse and broken cashew kernels represents a promising alternative for the development of products with added nutritional value and sustainability potential.

Keywords: cashew bagasse; utilization of by-products; snacks; functional foods.

Sumário

1. INTRODUÇÃO 10

OBJETIVOS 12

1.1 OBJETIVO GERAL 12

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 12

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 13

2.1 APROVEITAMENTO INTEGRAL DE ALIMENTOS E SUSTENTABILIDADE 13

2.2 O CAJU (*ANACARDIUM OCCIDENTALE* L.) E SUA IMPORTÂNCIA ECONÔMICA 13

2.3 BAGAÇO E CASTANHA DE CAJU: COMPOSIÇÃO QUÍMICA E VALOR NUTRICIONAL 14

2.4 PRODUTOS DE PANIFICAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE COOKIES 16

2.5 APLICAÇÃO DE SUBPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS EM PRODUTOS DE PANIFICAÇÃO 17

3. METODOLOGIA 18

3.1 LOCAL DA PESQUISA 18

3.2 MATERIAL 18

3.3 ELABORAÇÃO DOS SNACKS 18

3.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS 19

3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS 21

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO 23

4.1 ANÁLISES FISICO-QUIMICAS ..... **Erro! Indicador não definido.**

5. CONCLUSÕES 29

REFERÊNCIAS 30

1. INTRODUÇÃO

A crescente expansão da produção de frutas no Brasil tem contribuído significativamente para o fortalecimento do agronegócio e da agroindústria. Entretanto, o processamento industrial dessas matérias-primas gera grandes quantidades de resíduos agroindustriais, como cascas, sementes e bagaços, que muitas vezes são descartados ou destinados a aplicações de baixo valor agregado. Esse cenário tem despertado interesse científico e tecnológico para o aproveitamento desses subprodutos, com vistas à redução de impactos ambientais, à minimização de perdas de alimentos e ao desenvolvimento de produtos com maior valor nutricional (Araújo; Santos, 2022; Sousa; Sarmento, 2024).

Entre as fruteiras tropicais de destaque encontra-se o cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), amplamente cultivado no Brasil e especialmente na região Nordeste, onde apresenta elevada importância socioeconômica. A cajucultura representa uma atividade estratégica para a economia regional, gerando emprego e renda em diversas etapas da cadeia produtiva, desde o cultivo até o processamento industrial (Lima et al., 2018).

O fruto do cajueiro é constituído por duas partes distintas: a castanha, considerada o fruto verdadeiro e amplamente valorizada no mercado nacional e internacional, e o pedúnculo ou pseudofruto, porção carnosa e suculenta utilizada principalmente na produção de sucos, polpas e doces. Durante o processamento industrial do pedúnculo ocorre a geração de grandes quantidades de resíduos sólidos, conhecidos como bagaço de caju. Esse subproduto, muitas vezes subutilizado ou descartado, representa um desafio ambiental e, ao mesmo tempo, uma oportunidade para o desenvolvimento de novos ingredientes alimentícios (Rodrigues et al., 2020).

Além do bagaço proveniente do processamento do pedúnculo, a cadeia produtiva do caju também gera subprodutos durante o beneficiamento das castanhas. Durante as etapas de quebra e classificação, uma parcela das castanhas sofre danos mecânicos, resultando em fragmentos que apresentam menor valor comercial. Apesar da redução do preço no mercado, essas castanhas quebradas mantêm composição nutricional relevante, sendo fontes importantes de lipídios insaturados, proteínas, minerais e compostos bioativos, o que evidencia seu potencial para aplicação tecnológica em formulações alimentícias (Lima et al., 2018).

Nesse contexto, o conceito de aproveitamento integral de alimentos tem ganhado destaque nas discussões sobre sustentabilidade e segurança alimentar. Essa abordagem busca utilizar integralmente as matérias-primas alimentícias, incluindo partes tradicionalmente descartadas durante o processamento, como cascas, sementes e bagaços. Tal prática contribui para a redução do desperdício, para a valorização de subprodutos agroindustriais e para o desenvolvimento de alimentos com maior valor nutricional e funcional, além de promover

práticas mais sustentáveis na indústria de alimentos (Araújo et al., 2017).

Dentre as alternativas para valorização desses resíduos, destaca-se a produção de farinhas obtidas a partir de subprodutos vegetais, como o bagaço de caju. Essa farinha apresenta elevado teor de fibras alimentares, além de conter compostos bioativos que podem contribuir para a melhoria do perfil nutricional dos produtos alimentícios (Uchoa et al., 2009). Do ponto de vista tecnológico, essas fibras podem influenciar propriedades como retenção de água, textura e estabilidade dos produtos, sendo, portanto, ingredientes de interesse para o desenvolvimento de alimentos funcionais e sustentáveis.

Paralelamente, a indústria de panificação e de biscoitos tem demonstrado crescente interesse no desenvolvimento de produtos que conciliem praticidade, qualidade nutricional e inovação tecnológica. Entre esses produtos, os biscoitos do tipo cookies destacam-se por apresentarem elevada aceitação sensorial por diferentes faixas etárias, além de características tecnológicas favoráveis, como baixa atividade de água e maior vida de prateleira, o que favorece a incorporação de ingredientes com valor nutricional agregado (Uchoa et al., 2009).

Nesse sentido, a substituição parcial da farinha de trigo por farinhas obtidas a partir de resíduos agroindustriais, como a farinha do bagaço de caju, tem sido investigada como uma estratégia para o enriquecimento nutricional de produtos de panificação (Rodrigues et al., 2020). Além de contribuir para o aumento do teor de fibras e compostos bioativos nos alimentos, essa prática também promove a valorização de subprodutos da cadeia produtiva do caju e atende à crescente demanda por alimentos mais saudáveis e sustentáveis.

Diante desse contexto, o presente estudo justifica-se pela necessidade de investigar alternativas tecnológicas que possibilitem o aproveitamento integral do caju, considerando tanto o bagaço quanto as castanhas quebradas como ingredientes funcionais em sistemas alimentícios. A utilização desses subprodutos na elaboração de biscoitos do tipo cookie, pode contribuir para o desenvolvimento de alimentos com maior valor nutricional, ao mesmo tempo em que promove o uso mais eficiente dos recursos naturais e reduz o impacto ambiental associado ao descarte de resíduos agroindustriais.

OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver biscoitos do tipo cookies utilizando bagaço de caju e castanhas de caju quebradas como forma de aproveitamento integral do fruto (*Anacardium occidentale* L.), avaliando suas propriedades físico-químicas e tecnológicas.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obter e caracterizar a farinha do bagaço de caju;
- Elaborar formulações de biscoitos do tipo cookie utilizando farinha de bagaço de caju em substituição parcial à farinha de trigo, associada à incorporação de castanhas de caju quebradas;
- Avaliar as propriedades físicas e químicas das formulações desenvolvidas;
- Determinar as características tecnológicas do biscoito elaborado.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 APROVEITAMENTO INTEGRAL DE ALIMENTOS E SUSTENTABILIDADE

O desperdício de alimentos ao longo da cadeia produtiva representa um dos principais desafios para a sustentabilidade no setor agroindustrial. O Brasil destaca-se como um dos maiores produtores mundiais de frutas, o que contribui significativamente para a geração de resíduos durante o processamento industrial, especialmente na produção de polpas e sucos. Esses processos resultam em grandes volumes de subprodutos, como cascas, sementes e bagaços, que, quando descartados de forma inadequada, podem ocasionar impactos ambientais relevantes. Nesse contexto, o aproveitamento dos resíduos agroindustriais torna-se uma estratégia fundamental para a redução de desperdícios, agregação de valor e promoção da sustentabilidade no setor (Food and Agriculture Organization, 2023; Santos et al., 2022).

O descarte inadequado desses resíduos pode ocasionar impactos ambientais significativos, incluindo contaminação do solo e de recursos hídricos, além da emissão de odores devido à fermentação da matéria orgânica. Nesse contexto, o aproveitamento integral dos alimentos surge como uma estratégia fundamental para reduzir desperdícios e promover a sustentabilidade, alinhando-se aos princípios da economia circular e da produção mais limpa (Aslam et al., 2024).

O conceito de aproveitamento integral de alimentos insere-se nesse contexto como uma alternativa sustentável, ao propor a utilização de todas as frações comestíveis das matérias-primas, incluindo partes tradicionalmente descartadas durante o processamento. Essa abordagem contribui para a redução do desperdício, otimização do uso de recursos naturais e desenvolvimento de novos ingredientes alimentícios com potencial tecnológico e nutricional (Araújo et al., 2017).

Além dos benefícios ambientais, a incorporação de subprodutos agroindustriais em formulações alimentícias pode promover melhorias no perfil nutricional dos produtos, especialmente pelo aumento do teor de fibras alimentares e compostos bioativos. Do ponto de vista tecnológico, esses componentes podem influenciar propriedades como retenção de água, textura, viscosidade e estabilidade dos sistemas alimentares, tornando-se ingredientes de interesse para aplicações na indústria de alimentos (Araújo et al., 2022).

Dessa forma, a valorização de subprodutos agroindustriais, como o bagaço de caju e as castanhas quebradas, contribui para a redução do impacto ambiental e para o desenvolvimento de novos produtos com valor agregado.

2.2 O CAJU E SUA IMPORTÂNCIA ECONÔMICA

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma espécie frutífera de origem tropical e nativa do território brasileiro, apresentando grande relevância socioeconômica para o país, especialmente na rgiao Nordeste. A cajucultura é uma das mais importantes para o agronegócio nacional, especialmente na região Nordeste, que concentra mais de 99% da produção nacional, contribuindo significativamente para geração de emprego e renda em diferentes etapas da cadeia produtiva, que incluem o cultivo, a colheita, o beneficiamento e a industrialização. (Sebrae, 2024).

A região Nordeste concentra a maior parte da produção brasileira de caju, sendo responsável por praticamente toda a produção nacional, com destaque para os estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte. Essa atividade possui grande importância para pequenos e médios produtores, desempenhando papel fundamental na economia de áreas semiáridas, onde se apresenta como uma das principais alternativas agrícolas adaptadas às condições edafoclimáticas da região (Embrapa, 2025).

A cadeia produtiva do caju apresenta elevado potencial de geração de valor, abrangendo diferentes segmentos industriais. O principal produto de interesse econômico é a castanha de caju, cuja amêndoa possui alta aceitação no mercado internacional, sendo amplamente exportada e representando uma importante fonte de divisas para o país (Serrano et al., 2016). O processamento da castanha envolve etapas industriais específicas, incluindo secagem, torrefação, quebra e classificação, agregando valor ao produto final.

Além da castanha, o pedúnculo do caju também possui relevância econômica, sendo utilizado principalmente na produção de sucos, polpas, doces e outros derivados. Apesar desse aproveitamento, uma parcela significativa do pedúnculo ainda é subutilizada, em função de limitações logísticas, elevada perecibilidade e dificuldades de comercialização, o que impacta negativamente o aproveitamento integral da produção.

Dessa forma, a cajucultura apresenta não apenas importância econômica consolidada, mas também potencial estratégico para expansão e diversificação de produtos, especialmente por meio do desenvolvimento de tecnologias que permitam a valorização de seus subprodutos, contribuindo para o aproveitamento integral da matéria-prima.

2.3 BAGAÇO E CASTANHA DE CAJU: COMPOSIÇÃO, PROPRIEDADES FUNICONAIS E POTENCIAL TECNOLÓGICO

A geração de subprodutos ao longo da cadeia agroindustrial tem despertado crescente interesse científico, especialmente diante da necessidade de reduzir desperdícios e promover o uso mais eficiente dos recursos naturais. No caso do caju, tanto o bagaço resultante do processamento

do pedúnculo quanto as castanhas fragmentadas constituem frações frequentemente subutilizadas, mas que apresentam elevado potencial para aplicação na indústria de alimentos, seja pelo seu valor nutricional, seja pelas suas propriedades tecnológicas (FAO, 2019; Fonteles et al., 2016).

O bagaço de caju, gerado principalmente durante a extração de sucos e polpas, ainda retém uma fração significativa dos componentes estruturais e nutricionais do pedúnculo. Trata-se de um material rico em fibras alimentares, além de conter compostos fenólicos e outros constituintes bioativos, o que reforça seu potencial como ingrediente funcional em diferentes produtos alimentícios (Fonteles et al., 2016; Uchoa et al., 2009).

Quando submetido a processos de secagem e moagem, esse subproduto pode ser convertido em farinha, ampliando suas possibilidades de aplicação. Essa farinha se caracteriza, sobretudo, pelo elevado teor de fibras, especialmente insolúveis, como celulose e hemicelulose, além de pectinas, componentes que desempenham papel relevante tanto na nutrição quanto na funcionalidade dos alimentos (Uchoa et al., 2009; Elleuch et al., 2011).

Além dos benefícios associados à saúde, essas fibras exercem influência direta sobre o comportamento dos sistemas alimentares. Em produtos de panificação, por exemplo, sua presença pode alterar a retenção de água, a estrutura da massa e a textura final, exigindo ajustes nas formulações, mas também oferecendo oportunidades para o desenvolvimento de produtos com características diferenciadas (Matias et al., 2005; Elleuch et al., 2011).

Outro aspecto relevante diz respeito à presença de compostos bioativos no bagaço de caju, como fenólicos e carotenoides, associados à atividade antioxidante. Esses compostos não apenas contribuem para o valor funcional dos alimentos, como também podem atuar na estabilidade dos produtos, especialmente no que se refere à oxidação lipídica (Fonteles et al., 2016).

No que se refere à castanha de caju, observa-se uma composição nutricional distinta e complementar em relação ao bagaço. A amêndoa é reconhecida pelo elevado teor de lipídios, predominantemente insaturados, além de apresentar proteínas, vitaminas e minerais, configurando-se como um ingrediente de elevado valor nutricional (Rico et al., 2016; Chen et al., 2023).

Durante o processamento industrial, entretanto, parte das castanhas sofre fragmentação, originando frações com menor valor comercial. Apesar disso, essas frações mantêm suas características químicas e nutricionais, o que amplia seu potencial de utilização como ingrediente em formulações alimentícias, especialmente em produtos processados (Silva et al., 2021; Rico et al., 2016).

Do ponto de vista tecnológico, a incorporação de castanhas de caju pode contribuir significativamente para as características sensoriais dos alimentos, conferindo atributos como crocância, sabor e maior palatabilidade. Além disso, seu teor lipídico pode influenciar a textura e a maciez dos produtos, desempenhando papel importante na qualidade final das formulações (Chen

et al., 2023).

A utilização conjunta do bagaço de caju e das castanhas fragmentadas em produtos alimentícios possibilita a integração de diferentes características nutricionais e tecnológicas. Enquanto o bagaço contribui com fibras e compostos bioativos, as castanhas agregam lipídios e proteínas, favorecendo o desenvolvimento de produtos mais equilibrados do ponto de vista nutricional e sensorial (Uchoa et al., 2009; Rico et al., 2016).

Dessa forma, o aproveitamento dessas frações na indústria de alimentos não apenas contribui para a redução de resíduos, mas também se apresenta como uma estratégia viável para o desenvolvimento de produtos inovadores, alinhados às demandas atuais por sustentabilidade e qualidade nutricional (FAO, 2019; Elleuch et al., 2011).

2.4 PRODUTOS DE PANIFICAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE COOKIES

Os produtos de panificação são amplamente consumidos e apresentam grande relevância na alimentação humana. Dentre esses produtos, os cookies destacam-se pela elevada aceitação sensorial, praticidade de consumo e longa vida de prateleira (Uchoa et al., 2009). Os cookies são definidos como produtos obtidos a partir de uma massa à base de farinha de trigo, açúcar, gordura e ovos, podendo incluir outros ingredientes para melhoria das características sensoriais e nutricionais. Esses produtos apresentam textura crocante e sabor agradável, sendo amplamente aceitos por diferentes faixas etárias (Matias et al., 2005).

O processo de elaboração envolve etapas como mistura dos ingredientes, modelagem da massa, cocção em forno e resfriamento. Durante o forneamento, ocorrem reações importantes, como a reação de Maillard, responsáveis pelo desenvolvimento da cor, aroma e sabor característicos do produto (Uchoa et al., 2009). A formulação dos cookies pode ser modificada pela substituição parcial da farinha de trigo por outros ingredientes, como farinhas alternativas e subprodutos agroindustriais, visando o desenvolvimento de produtos com melhor perfil nutricional (Pereira et al., 2023).

A qualidade tecnológica dos produtos de panificação está diretamente relacionada à formação e ao comportamento da rede de glúten, responsável por conferir estrutura, elasticidade e retenção de gases à massa. A substituição parcial da farinha de trigo por ingredientes alternativos, especialmente aqueles ricos em fibras, pode interferir nesse sistema, promovendo alterações na capacidade de absorção de água, no desenvolvimento da massa e na textura final dos produtos. Dessa forma, a incorporação de subprodutos vegetais exige ajustes nas formulações para garantir a manutenção das características tecnológicas desejáveis (Elleuch et al., 2011; Gómez et al., 2010).

No caso específico dos cookies, que apresentam menor dependência da rede de glúten

em comparação a outros produtos de panificação, a substituição parcial da farinha de trigo por ingredientes ricos em fibras torna-se mais viável. Entretanto, essa substituição pode influenciar parâmetros como espalhamento da massa, dureza, crocância e coloração, sendo frequentemente observadas alterações na textura e no comportamento durante o forneamento. Esses efeitos estão associados à interação das fibras com a matriz alimentar e à modificação da distribuição de água no sistema (Gómez et al., 2010; Laguna et al., 2011).

2.5 APLICAÇÃO DE SUBPRODUTOS AGROINDUSTRIAIS EM PRODUTOS DE PANIFICAÇÃO

A utilização de subprodutos agroindustriais na elaboração de alimentos tem se destacado como uma estratégia sustentável e inovadora na indústria de alimentos, uma vez que possibilita o aproveitamento de resíduos e a redução de impactos ambientais. Esses materiais podem ser incorporados em produtos de panificação, contribuindo para o enriquecimento nutricional, especialmente pelo aumento do teor de fibras alimentares (Araújo et al., 2022). Nesse contexto, a aplicação da farinha do bagaço de caju em produtos como biscoitos e *cookies* tem demonstrado resultados promissores, promovendo melhorias no valor nutricional sem comprometer significativamente as características sensoriais dos produtos (Matias et al., 2005).

Estudos indicam que a substituição parcial da farinha de trigo por farinha de bagaço de caju pode aumentar significativamente o teor de fibras, sem comprometer a aceitação do produto pelo consumidor (Uchoa et al., 2009). Além disso, a utilização de castanhas quebradas em formulações alimentícias contribui para o aumento do teor de proteínas e lipídios de boa qualidade, agregando valor nutricional aos produtos desenvolvidos (Silva et al., 2021).

A incorporação desses subprodutos também influencia as propriedades tecnológicas dos alimentos, como textura, crocância e retenção de umidade, sendo necessário o ajuste adequado das formulações para garantir a qualidade final do produto (Pereira et al., 2023). Dessa forma, o desenvolvimento de cookies utilizando bagaço de caju e castanhas quebradas representa uma alternativa viável para o aproveitamento integral da matéria-prima, promovendo sustentabilidade e inovação na indústria de alimentos.

3. METODOLOGIA

3.1 LOCAL DA PESQUISA

Este trabalho foi desenvolvido no Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional (CTDR) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), nos laboratórios de Análises Físico-Químicas, laboratório de Processamento de Vegatais, laboratório de Operações Unitárias e laboratório Tecnológico em Segurança Alimentar.

3.2 MATERIAL

Foram utilizadas como matérias-primas para a elaboração dos *cookies*: farinha de trigo integral comercial, açúcar, manteiga, ovos e castanhas de caju quebradas, todos adquiridos no comércio local de João Pessoa – PB. A farinha de bagaço de caju foi obtida em escala laboratorial: os frutos foram selecionados em feira livre (Torre, João Pessoa – PB), submetidos à extração do suco e o resíduo sólido (bagaço) foi seco em estufa com circulação de ar a 45 °C por 24 horas. Após a secagem, o material foi triturado em um liquidificador doméstico e peneirado em peneira de malha 40 (*mesh*), até a obtenção de uma granulometria uniforme, visando à padronização da farinha e à preservação de suas características nutricionais (Figura 1).

Figura 1: Etapas do preparo da farinha de bagaço de caju.



Fonte: Autoria própria

3.3 ELABORAÇÃO DOS COOKIES

O desenvolvimento dos *cookies* foi realizado com base na metodologia descrita por Silva et al. (2021), a partir de testes preliminares, resultando em diferentes formulações com substituição parcial da farinha de trigo por farinha de bagaço de caju e adição de castanhas

quebradas, conforme os ingredientes descritos na Tabela 1.

Os ingredientes foram pesados em balança semi-analítica e misturados até a obtenção de uma massa homogênea. A massa foi modelada manualmente, padronizando-se o peso de aproximadamente 15 g por unidade. Os *cookies* foram assados em forno previamente aquecido a aproximadamente 180 °C por cerca de 20 minutos. Após o forneamento, os produtos foram resfriados à temperatura ambiente e armazenados em sacos plásticos sob vácuo até a realização das análises.

Tabela 1. Formulações dos biscoitos tipo cookies utilizando o bagaço de caju e castanhas quebradas.

Ingredientes	**Formulações**			
	Controle	**15%**	**30%**	**45%**
Manteiga (g)	35	35	35	35
Açúcar (g)	35	35	35	35
Ovo (g)	50	50	50	50
Fermento químico (g)	0,1	0,1	0,1	0,1
Essencia de baunilha (g)	0,3	0,3	0,3	0,3
Castanha quebrada (g)	0,17	0,17	0,17	0,17
Farinha de trigo integral (g)	54,00	45,90	37,80	29,70
Farinha de bagaço de caju (g)	0,00	8,10	16,20	24,30

Fonte: Autoria própria

Inicialmente, a manteiga e o açúcar foram submetidos à mistura em batedeira por aproximadamente 2 minutos, até a obtenção de um creme homogêneo. Em seguida, foram adicionados o ovo e a essência de baunilha, com mistura por mais 1 minuto. Posteriormente, foram incorporadas as farinhas (trigo integral e/ou farinha de bagaço de caju, conforme a formulação), sendo a mistura mantida por aproximadamente 2 minutos. As castanhas de caju foram adicionadas ao final, com leve homogeneização da massa. A massa obtida foi moldada manualmente em porções de aproximadamente 15 g, sendo dispostas em bandejas previamente revestidas com papel manteiga. Antes do forneamento, as amostras foram mantidas sob refrigeração por 30 minutos, com o objetivo de melhorar a estrutura da massa.

3.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

As análises físico-químicas e tecnológicas foram realizadas nas quatro formulações de cookies desenvolvidas e na farinha de bagaço de caju. Todas as determinações foram conduzidas em triplicata, visando garantir a confiabilidade e reprodutibilidade dos resultados.

3.4.1 Composição fisico-química

A caracterização físico-química das amostras, incluindo a farinha de bagaço de caju, foi realizada em triplicata seguindo as metodologias oficiais descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). O teor de umidade foi avaliado por meio do método gravimétrico (Método n. 012/IV), fundamentado na perda de peso das amostras submetidas ao aquecimento em estufa a 105 ºC até a obtenção de peso constante, enquanto o teor de cinzas foi determinado pela incineração em mufla a 550 ºC (Método n. 018/IV) para a estimativa do conteúdo mineral total. Para a quantificação de lipídios, utilizou-se a extração direta com solventes orgânicos em aparelho de Soxhlet (Método n. 032/IV), seguida da remoção do solvente e pesagem do resíduo lipídico. A determinação do teor de proteínas seguiu o método de Kjeldahl (Método n. 036/IV), envolvendo as etapas de digestão ácida, destilação e titulação, com a conversão do nitrogênio total em proteína bruta através do fator 6,25. Por fim, a análise de açúcares totais foi conduzida pelo método de Fehling para redutores em glicose (Método n. 038/IV), baseando-se na titulação de soluções redutoras sob aquecimento até o ponto de viragem, conforme os padrões estabelecidos pela referida norma.

3.4.2 Propriedades Tecnológicas

A avaliação das propriedades tecnológicas foi iniciada pela determinação do pH, realizada em suspensão aquosa das amostras por meio de pHmetro devidamente calibrado com soluções tampão padrão, conforme o Método n. 017/IV do Instituto Adolfo Lutz (2008). Complementarmente, a acidez titulável foi determinada por titulação com solução de hidróxido de sódio, seguindo a metodologia de titulometria (Método n. 016/IV) da referida norma. No que tange aos parâmetros de processamento, o rendimento dos cookies foi calculado a partir da relação percentual entre o peso das amostras antes e após o forneamento, conforme metodologia descrita por Assis et al. (2009). Da mesma forma, a perda de cocção foi estabelecida pela diferença de peso das amostras decorrente do tratamento térmico, sendo expressa em porcentagem e fundamentada nos mesmos autores, permitindo quantificar a eficiência do processo de forneamento.

O cálculo do rendimento foi realizado de acordo com a Equação 1:

$$Rendimento(\%) = \frac{Peso\ final}{Peso\ inicial} \times 100$$

O cálculo foi realizado de acordo com a Equação 2:

$$Perda\ de\ cocção(\%) = \frac{Peso\ inicial - peso\ final}{Peso\ inicial} \times 100$$

3.4.3 Propriedades de textura

A análise de textura dos cookies foi realizada utilizando analisador de textura Brookfield CT3 Texture Analyzer (Ametek, PA, EUA). As amostras foram submetidas a teste de compressão, utilizando sonda cilíndrica, para determinação dos parâmetros mecânicos. As condições do ensaio foram: velocidade de pré-teste de 1,0 mm/s, velocidade de teste de 2,0 mm/s e velocidade de pós-teste de 10,0 mm/s, com distância de compressão de 10 mm e célula de carga de 50 kg.

3.4.4 Parâmetros de cor

A cor dos cookies foi determinada por meio de análise digital de imagens, seguindo o sistema CIELAB. Inicialmente, as amostras foram fotografadas utilizando um smartphone sob condições padronizadas de iluminação, fundo e distância, a fim de minimizar variações na captura das imagens.

As imagens obtidas foram analisadas em computador utilizando a ferramenta Medidor de Cor Digital (*Digital Color Meter*) do sistema operacional macOS. Para cada formulação, foram realizadas três leituras em diferentes pontos da superfície dos cookies, visando garantir a representatividade dos dados, sendo os resultados expressos como média das leituras. Os valores de cor foram expressos pelos parâmetros L*, a* e b*, em que o parâmetro L* (luminosidade) varia de 0 (preto) a 100 (branco), enquanto os parâmetros cromáticos a*e b* indicam, respectivamente, a variação entre o verde (-) e o vermelho (+) e a variação entre o azul (-) e o amarelo (+).

3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os resultados obtidos nas análises físico-químicas e tecnológicas foram organizados em planilhas eletrônicas e expressos como média ± desvio padrão. As determinações foram realizadas em triplicata, com o objetivo de garantir a confiabilidade e a reprodutibilidade dos dados experimentais. Para avaliar a existência de diferenças significativas entre as formulações de cookies (controle, 15%, 30% e 45% de substituição da farinha de trigo por farinha de bagaço

de caju), os dados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA), seguida do teste de comparação de médias de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 COMOPOSIÇÃO FISICO-QUÍMICA DA FARINHA DE BAGAÇO DE CAJU

Os resultados referentes à composição físico-química da farinha do bagaço de caju (MPF) estão apresentados na **Tabela 2.**

Tabela 2: Composição físico-química da farinha do bagaço de caju.

Parâmetros	**Tratamento**
	MPF
Umidade (g/100g)	8,48± 0,18
Cinzas (g/100g)	1,83±0,05
Proteína (g/100g)	10,67±0,95
Lipídios (g/100g)	3,11± 0,24
Açúcares Totais (g/100g)	35,09±1,95
Acidez	3,55±0,11
pH	3,7±0,02
*L**	40,46±1,70
*a**	13,77±0,57
*b**	38,86±0,82

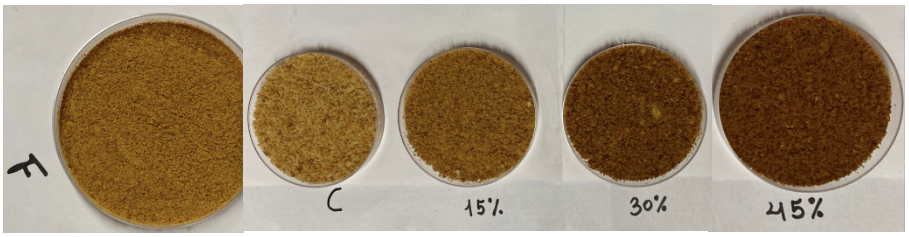
Observa-se que a farinha exibiu um teor de umidade (8,48g/100g) está em conformidade com a RDC nº 263/2005, que estabelece o limite máximo de 15% de umidade para produtos de cereais e farinhas, o que assegura uma boa estabilidade frente a processos de degradação microbiológica e química durante o armazenamento. No que tange ao perfil nutricional, destaca-se o conteúdo proteico de (10,67 g/100g), sugerindo que o aproveitamento deste subproduto pode agregar valor biológico a novos produtos alimentícios. O teor de cinzas (1,83 g/100g) e lipídios (3,11 g/100g) indicam, respectivamente, a presença de minerais e uma fração lipídica moderada.

A amostra apresentou uma concentração expressiva de açúcares totais (35,09 g/100g), o que reflete as características intrínsecas do pedúnculo do caju. Quanto aos parâmetros de acidez, o pH de 3,7 e a acidez titulável de 3,55 conferem à farinha um perfil ácido, característica que pode influenciar diretamente no sabor e na conservação do produto final. No que diz respeito à análise colorimétrica pelo sistema CIELab, a luminosidade (L*) de 40,46 indica um produto de tonalidade mais escura, enquanto os valores positivos de a* (13,77) e b* (38,86) revelam uma predominância das cores vermelha e amarela. Essa coloração característica, tendendo ao castanho-dourado, é resultante não apenas dos pigmentos naturais do fruto, mas também de possíveis reações de escurecimento ocorridas durante a etapa de secagem para a obtenção da farinha.

4.2 COMPOSIÇÃO FISICO-QUÍMICA DOS COOKIES

A caracterização físico-química dos cookies elaborados com farinha de bagaço de caju (Figura 2) está apresentada na Tabela 3. Os parâmetros avaliados são fundamentais para compreender o potencial tecnológico e nutricional desse coproduto.

Figura 2: Formulações dos cookies.



Fonte: Autoria própria

Tabela 3: Composição fisico-química dos cookies desenolvidos apartir da farinha do bagaço de caju.

Parâmetros	**Tratamentos**			
	Controle	**15%**	**30%**	**45%**
Umidade (g/100g)	12,71 ± 0,7^{c}	10,19 ± 0,47^{d}	17,56± 0,17^{b}	22,84± 0,64^{a}
Cinzas (g/100g)	1,80±0,05^{b}	1,99±0,10^{a}	1,64±0,03^{cb}	1,56±0,05^{c}
Proteína (g/100g)	11,14± 0,23^{a}	11,55± 0,08^{a}	10,76±5,59^{ba}	9,88± 0,80^{b}
Lipídios (g/100g)	13,90± 0,55^{a}	13,06± 0,29^{ba}	12,84± 0,13^{b}	12,51± 0,06^{b}
Açúcares Totais (g/100g)	27,72±2,66^{a}	23,14±1,69^{bc}	20,90±2,66^{c}	24,92±2,60^{ba}

A Tabela 3 apresenta a composição físico-química dos cookies elaborados com diferentes níveis de substituição da farinha de trigo por farinha de bagaço de caju (15%, 30% e 45%), em comparação ao controle. Observa-se que o teor de umidade variou significativamente entre as formulações ($p<0,05$), apresentando redução no tratamento com 15% (10,19 g/100g) em relação ao controle (12,71 g/100g), enquanto os tratamentos com 30% (17,56 g/100g) e 45% (22,84 g/100g) apresentaram aumento progressivo. Esse comportamento pode estar associado à maior capacidade de retenção de água da farinha de bagaço de caju, devido ao seu teor de fibras.

Em relação ao teor de cinzas, que indica o conteúdo mineral, houve aumento significativo no tratamento com 15% (1,99 g/100g) em comparação ao controle (1,80 g/100g), seguido de redução nos níveis de 30% e 45%. Esse resultado sugere que a adição moderada da farinha contribui para o enriquecimento mineral, porém em maiores concentrações pode ocorrer diluição ou variação na composição.

O teor de proteínas não apresentou diferenças significativas entre o controle (11,14 g/100g) e o tratamento com 15% (11,55 g/100g), mas houve tendência de redução nos tratamentos com maiores níveis de substituição, especialmente no de 45% (9,88 g/100g). Isso pode ser explicado pela menor concentração proteica da farinha de bagaço de caju em comparação à farinha de trigo.

Para os lipídios, observa-se uma leve redução conforme o aumento da substituição, sendo o controle o maior valor (13,90 g/100g) e os tratamentos com 30% e 45% apresentando valores inferiores e estatisticamente semelhantes. Essa redução pode estar relacionada à composição da matéria-prima utilizada.

Os açúcares totais apresentaram diminuição nos tratamentos com 15% (23,14 g/100g) e 30% (20,90 g/100g), em relação ao controle (27,72 g/100g), indicando que a substituição contribui para redução do teor de açúcares. No entanto, no tratamento com 45% houve um aumento (24,92 g/100g), possivelmente devido à concentração de componentes naturais do bagaço. De forma geral, a substituição da farinha de trigo por farinha de bagaço de caju influenciou significativamente a composição físico-química dos cookies, destacando-se o aumento da umidade e alterações nos teores de minerais, proteínas, lipídios e açúcares, o que evidencia o potencial dessa farinha como ingrediente alternativo com impacto nutricional.

4.3 PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS

Os resultados das propriedades tecnológicas dos cookies formulados com diferentes níveis de substituição da farinha de trigo pela farinha do bagaço de caju estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4: Propriedades tecnológicas dos cookies.

Parâmetros	**Tratamentos**			
	Controle	**15%**	**30%**	**45%**
Rendimento	75,71± 1,46^{b}	73,65± 1,37^{b}	78,35± 2,85^{ba}	84,70±2,40^{a}
Perda de cocção	22,72± 1,04^{ba}	26,34± 1,37^{a}	21,65±2,85^{ba}	15,30±3,40^{b}
Acidez	0,17± 0,13^{c}	0,46±0,07^{ba}	0,39±0,04^{b}	0,53± 0,06^{a}
pH	6,77± 0,04^{a}	5,96±0,15^{b}	5,58± 0,01^{c}	5,19± 0,01^{d}

Observou-se um aumento significativo ($p < 0,05$) no rendimento dos cookies na formulação com 45% de substituição (84,70%) em comparação ao controle (75,71%). Esse comportamento está diretamente relacionado aos resultados de perda de cocção, que apresentaram uma redução progressiva à medida que se aumentou a porcentagem de farinha de caju, atingindo

o menor valor no tratamento de 45% (15,30%). Essa redução na perda de massa durante o forneamento pode ser atribuída ao elevado teor de fibras presentes na farinha do bagaço de caju, as quais possuem alta capacidade de retenção de água e estabilidade térmica, impedindo a evaporação excessiva de umidade e resultando em um produto final com maior peso.

Quanto aos parâmetros químicos, houve uma influência clara da adição da farinha de caju no perfil de acidez dos cookies. Verificou-se uma redução linear e significativa nos valores de pH, que decresceram de 6,77 no tratamento controle para 5,19 na formulação com 45% de substituição. Paralelamente, a acidez titulável aumentou de 0,17% para 0,53% na maior concentração. Essa acidificação é justificada pela presença natural de ácidos orgânicos no bagaço de caju, que são transferidos para a farinha durante o processamento e incorporados à massa. Do ponto de vista tecnológico, a redução do pH é favorável, pois pode auxiliar na estabilidade microbiológica do produto e influenciar nas características sensoriais durante a etapa de forneamento.

4.4 PARÂMETROS DE COR

Os resultados referentes aos parâmetros de cor dos cookies, avaliados pelo sistema CIELAB, estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5: Parâmetros de cor.

Parâmetros	**Tratamentos**			
	Controle	**15%**	**30%**	**45%**
*L**	46,34±0,21[a]	34,83± 0,68[b]	20,80±0,11[c]	21,57± 0,39[c]
*a**	10,21± 1,17[c]	12,22± 0,58[b]	15,09±0,48[a]	16,65± 0,65[a]
*b**	39,69±1,59[a]	33,91± 0,28[b]	24,73± 0,35[c]	25,61± 0,30[c]

Observou-se uma redução significativa ($p < 0,05$) nos valores de luminosidade (L*) com o aumento da substituição da farinha de trigo pela farinha do bagaço de caju, variando de 46,34 no controle para 21,57 na formulação com 45%. Esse comportamento indica que a adição do subproduto de caju promoveu o escurecimento dos cookies, o que pode ser atribuído à coloração natural das fibras do caju e à intensificação das reações de escurecimento não enzimático, como a Reação de Maillard e a caramelização, favorecidas pela presença de açúcares redutores residuais na farinha de caju durante o forneamento.

Em relação às coordenadas cromáticas, o parâmetro a* apresentou um aumento progressivo e significativo, partindo de 10,21 (Controle) para 16,65 (45%), evidenciando uma

maior intensidade da cor vermelha nos produtos. Inversamente, os valores de b* sofreram uma redução significativa, decrescendo de 39,69 para 25,61, o que indica uma diminuição na intensidade do amarelo à medida que o teor de farinha de caju aumentou. Essas alterações no perfil cromático resultam em cookies com tonalidades mais escuras e avermelhadas, características que costumam ser bem aceitas por consumidores de produtos integrais ou enriquecidos com fibras, por remeterem a um aspecto mais rústico e natural.

4.5 PROPRIEDADES DE TEXTURA

Os resultados das propriedades de textura dos cookies, obtidos através da análise de perfil de textura (TPA), estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6: Propriedades de textura

Parâmetros	**Tratamentos**			
	Controle	**15%**	**30%**	**45%**
Dureza (N)	73,34±1,29^{b}	94,88±1,62^{a}	52,00±3,39^{c}	37,40±0,46^{d}
Adesividade	0,12±0,01^{b}	0,12±0,00^{b}	0,14±0,01^{a}	0,12±0,00^{b}
Resiliência	0,13±0,01^{b}	0,08±0,00^{c}	0,03±0,01^{d}	0,40±0,00^{a}
Coesão	0,49±0,03^{a}	0,35±0,01^{b}	0,14±0,02^{d}	0,23±0,02^{c}
Elasticidade	2,14±0,01^{d}	2,86±0,06^{a}	2,56±0,05^{b}	2,40±0,04^{c}
Gomosidade	40,04±0,38^{a}	27,93±2,13^{b}	11,35±0,16^{c}	8,29±0,44^{d}

Observou-se uma variação significativa ($p < 0,05$) na dureza dos produtos, que apresentou um aumento inicial no tratamento de 15% (94,88 N), seguido de uma redução acentuada nas formulações com 30% (52,00 N) e 45% (37,40 N). Esse decréscimo na força de compressão necessária para romper o cookie nas maiores concentrações de substituição pode ser atribuído à diluição da rede de glúten pela inserção da farinha de caju, que não possui proteínas formadoras de estrutura elástica, resultando em uma matriz mais frágil e menos resistente mecanicamente.

Em relação à gomosidade e coesão, os valores apresentaram uma tendência de redução progressiva com o aumento da substituição, indicando que a incorporação do bagaço de caju torna a massa menos coesa e mais quebradiça. A elasticidade também sofreu variações, atingindo seu ponto máximo no tratamento de 15% (2,86) e diminuindo gradualmente nas concentrações subsequentes. Essas alterações sugerem que, embora a fibra de caju contribua para a retenção de umidade (como observado no rendimento), em altos níveis de substituição ela compromete a

integridade estrutural do cookie. Tais modificações são tecnológicas e sensorialmente relevantes, pois a textura é um dos atributos determinantes para a aceitabilidade de produtos de panificação, onde a dureza excessiva ou a fragilidade extrema podem impactar a percepção de qualidade do consumidor final.

5. CONCLUSÕES

O presente estudo demonstrou que a utilização da farinha de bagaço de caju associada à incorporação de castanhas de caju quebradas é uma alternativa viável para o desenvolvimento de cookies com potencial nutricional e caráter sustentável. A proposta de aproveitamento integral do caju mostrou-se eficiente ao transformar resíduos agroindustriais em ingredientes com valor agregado, contribuindo para a redução de desperdícios e para o uso mais racional dos recursos naturais.

As formulações desenvolvidas apresentaram características físico-químicas compatíveis com produtos de panificação, evidenciando que a substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de bagaço de caju não compromete a qualidade do produto final. Observou-se que a presença da farinha de bagaço influenciou principalmente parâmetros como umidade, teor de cinzas e textura, em função do seu elevado conteúdo de fibras, o que impacta diretamente na retenção de água e na estrutura dos cookies.

Do ponto de vista nutricional, a adição desse subproduto contribui para o enriquecimento em fibras alimentares, enquanto as castanhas de caju agregam lipídios de boa qualidade e minerais, tornando o produto mais interessante quando comparado aos cookies tradicionais. Dessa forma, os cookies desenvolvidos podem ser considerados uma alternativa com melhor perfil nutricional, alinhada às demandas atuais por alimentos mais saudáveis.

Além disso, os resultados indicam que é possível alcançar um equilíbrio entre qualidade tecnológica e valor nutricional, desde que haja controle adequado das proporções utilizadas nas formulações. Níveis mais elevados de substituição podem intensificar alterações estruturais e sensoriais, reforçando a importância da padronização do processo produtivo.

Portanto, conclui-se que o aproveitamento do bagaço de caju e das castanhas quebradas apresenta grande potencial para aplicação na indústria de alimentos, especialmente no desenvolvimento de produtos de panificação. Essa abordagem contribui não apenas para a inovação tecnológica, mas também para a sustentabilidade da cadeia produtiva do caju, agregando valor a materiais geralmente subutilizados.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, Siumara R. et al. Caracterização físico-química das farinhas do pedúnculo do caju e da casca do maracujá. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 14, n. Especial, p. 473-478, 2012.

ALIM, Md. Abdul et al. Effect of NaCl pretreatment and frying conditions on the physico-chemical and sensory properties of potato peel chips. **Food and Humanity**, [s. l.], v. 5, 100795, 2025.

ANDRADE, Vinícius Quintino Lavor. Cookie elaborado a partir de fibra de caju: potencial de consumo e atributos de compra. 2022. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Gastronomia) – Instituto de Cultura e Arte, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.

ASLAM, Nabila et al. Exploring the potential of cashew waste for food and health applications: A review. **Future Foods**, [s. l.], v. 9, 100319, 2024.

BARROS, Heloisa Lira; SOUSA, Maria Lucidalva Ribeiro de; FREITAS, Flavio Augusto de. Caracterização química do resíduo da castanha-do-Brasil como insumo para novos materiais no contexto da economia circular. **Revista Observatorio de la Economia Latinoamericana**, Curitiba, v. 22, n. 12, e174, 2024.

CHEN, Y. Y. et al. Nutritional and bioactive compounds of cashew nut: A review**. Food Frontiers**, 2023.

EBERE, C. O.; EMELIKE, N. J. T.; KIIN-KABARI, D. B. Physico-chemical and sensory properties of cookies prepared from wheat flour and cashew-apple residue as a source of fibre. **Asian Journal of Agriculture and Food Sciences**, [s. l.], v. 3, n. 2, abr. 2015.

ELLEUCH, M. et al. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications. Food Chemistry, 2011.

FAO. The State of Food and Agriculture. Rome: FAO, 2019.

FONTELES, T. V. et al. Ultrasound processing to enhance drying of cashew apple bagasse and preserve its bioactive compounds**. Journal of Food Engineering**, 2016.

GOMES, Jaqueline; FAVARETO, Rogério; BRITO, Fernando Moraes Machado. Aplicabilidade de castanhas no enriquecimento de produtos, benefícios e composição centesimal. **Revista Observatorio de la Economia Latinoamericana**, Curitiba, v. 21, n. 9, p. 11318-11333, 2023.

MATIAS, Maria de Fátima O. et al. Use of fibres obtained from the cashew (*Anacardium ocidentale*, L) and guava (*Psidium guayava*) fruits for enrichment of food products. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 48, n. Special, p. 143-150, jun. 2005.

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**, Aracaju, v. 9, n. 3, p. 242-256, 2024.

RICO, R. et al. Nutritional composition of raw fresh cashew kernels. Food Science & Nutrition, 2016.

SANCANARI, Lilian Gomes Rossi et al. Biscoitos nutritivos tipo cookies a base de castanha-do-brasil. **Informe Goiano: Circular de Pesquisa Aplicada**, Rio Verde, v. 8, n. 2, 2020.

SANTOS, Claudiane da Conceição Sena et al. Descarte e reaproveitamento de resíduos da castanha do Brasil (*Bertholletia excelsa*) em uma cooperativa extrativista no município de Laranjal do Jari. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E SUSTENTABILIDADE, 1., 2018, Gramado. **Anais** [...]. Gramado: CONRESOL, 2018.

SERRANO, Luiz Augusto Lopes; PESSOA, Pedro Felizardo Adeodato de Paula (ed.). Sistema de produção do caju. 2. ed. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2016. (Sistemas de Produção, 1).

SILVA, Ysabele Yngrydh Valente; AMARAL, Sheyla Maria Barreto; MOURA, Séfura Maria Assis. Utilização da farinha de castanha de caju na elaboração de biscoito integral tipo cookie. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 10, n. 6, e42610615527, 2021.

SOUSA, Luana Mayra de Brito; BARBOSA, Maria Clara Rodrigues; MEIRELLES, Lyghia Maria Araújo. Desenvolvimento e caracterização de um biscoito funcional a base de derivados do caju. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, [s. l.], v. 12, 2024.

SOUZA, Maria Luzenira de et al. Processamento de "cookies" de castanha-do-Brasil. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v. 23, n. 1, p. 147-158, jan./jun. 2005.

UCHOA, A. M. A. et al. Nutritional composition and physicochemical properties of cashew apple bagasse. **Food Science and Technology**, 2009.

XAVIER, Soraya Vanessa Alves. Elaboração de biscoito funcional do tipo cookies adicionado com o resíduo da polpa de caju. 2021. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2021.