



CARACTERIZAÇÃO DE RESÍDUOS DO PROCESSAMENTO DA GOIABA (*Psidium guajava* L.) E SEU POTENCIAL DE APROVEITAMENTO AGROINDUSTRIAL

CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS DEL PROCESAMIENTO DE GUAYABA (*Psidium guajava* L.) Y SU POTENCIAL DE APROVECHAMIENTO AGROINDUSTRIAL

CHARACTERIZATION OF WASTE FROM GUAVA (*Psidium guajava* L.) PROCESSING AND ITS POTENTIAL FOR AGRIBUSINESS USE

Apresentação: Comunicação Oral

Kailany Esthefane de Sousa Ribeiro¹; Mateus Tavares da Silva²; Ronnie Emanuel Pereira Pinto³; Cleide Mara Faria Soares⁴; Danyelle Andrade Mota⁵

DOI: <https://doi.org/10.31692/VIIICIAGRO.0191>

RESUMO

Os setores agrícola e agroindustrial desempenham papel fundamental na produção de alimentos, mas também figuram entre as principais fontes geradoras de resíduos orgânicos, resultando em grandes volumes de biomassa residual frequentemente descartados sem aproveitamento adequado. Nesse contexto, a valorização de resíduos agroindustriais tem sido considerada uma estratégia promissora para agregação de valor e promoção da sustentabilidade. Entre as frutas amplamente processadas pela agroindústria brasileira, destaca-se a goiaba (*Psidium guajava* L.), cujo processamento gera resíduos compostos por cascas, sementes e remanescentes de polpa, os quais apresentam potencial para aplicações alimentícias devido à sua composição química e nutricional. Assim, este trabalho teve como objetivo caracterizar os resíduos provenientes do processamento da goiaba utilizada na produção de polpas destinadas ao restaurante institucional do Instituto Federal do Piauí – Campus São João do Piauí (IFPI-CASJP), bem como avaliar seu potencial de aproveitamento agroindustrial. Para isso, o resíduo foi submetido à secagem em desidratador elétrico, sendo posteriormente realizadas análises de composição centesimal (umidade, cinzas, lipídios, proteínas e carboidratos), além da caracterização por espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR). Os resultados evidenciaram elevado teor de umidade (83,54%), característica comum em resíduos de frutas tropicais e que reforça a necessidade de processos de secagem para conservação e aproveitamento tecnológico. Na base seca, observou-se predominância de carboidratos (83,14%), seguida por lipídios (7,63%), proteínas (7,51%) e cinzas (2,14%). A análise por FTIR revelou a presença de grupos funcionais característicos da biomassa vegetal, incluindo hidroxilas (O–H), carbonilas (C=O), grupos alifáticos contendo ligações C–H e ligações C–O/C–O–C, indicando a ocorrência de diferentes classes de compostos orgânicos. Sendo assim, os resíduos do processamento da goiaba apresentam potencial para aproveitamento agroindustrial e para o desenvolvimento de novos produtos alimentícios, contribuindo para a valorização desse subproduto, a redução do desperdício e o fortalecimento de práticas sustentáveis e bioeconomia circular.

Palavras-Chave: *Psidium guajava* L., Composição centesimal, FTIR, reaproveitamento.

RESUMEN

¹ Licenciatura em Ciências Biológicas, Instituto Federal do Piauí – Campus São João do Piauí, casjp.2023124lbio0025@gmail.com

² Licenciatura em Ciências Biológicas, Instituto Federal do Piauí – Campus São João do Piauí, ifaculdade.mateus@gmail.com

³ Mestre, Universidade Tiradentes, ronnieemanuel@hotmail.com

⁴ Doutora, Universidade Tiradentes, cleide.mara@souunit.com.br

⁵ Doutora, Instituto Federal do Piauí – Campus São João do Piauí, danyelle.mota@ifpi.edu.br

Los sectores agrícola y agroindustrial desempeñan un papel fundamental en la producción de alimentos, pero también se encuentran entre las principales fuentes de residuos orgánicos, lo que resulta en grandes volúmenes de biomasa residual que con frecuencia se desechan sin un aprovechamiento adecuado. En este contexto, la valorización de los residuos agroindustriales se ha considerado una estrategia prometedora para agregar valor y promover la sostenibilidad. Entre las frutas ampliamente procesadas por la agroindustria brasileña, destaca la guayaba (*Psidium guajava* L.), cuyo procesamiento genera residuos compuestos por cáscaras, semillas y restos de pulpa, que tienen potencial para aplicaciones alimentarias debido a su composición química y nutricional. Por lo tanto, este trabajo tuvo como objetivo caracterizar los residuos del procesamiento de la guayaba utilizados en la producción de pulpas destinadas al restaurante institucional del Instituto Federal de Piauí – Campus São João do Piauí (IFPI-CASJP), así como evaluar su potencial para uso agroindustrial. Para ello, el residuo se sometió a secado en un deshidratador eléctrico, seguido de análisis de composición centesimal (humedad, cenizas, lípidos, proteínas y carbohidratos), así como caracterización por espectroscopia infrarroja por transformada de Fourier (FTIR). Los resultados mostraron un alto contenido de humedad (83,54%), una característica común en residuos de frutas tropicales, lo que refuerza la necesidad de procesos de secado para su conservación y uso tecnológico. En base seca, predominaron los carbohidratos (83,14%), seguidos de los lípidos (7,63%), las proteínas (7,51%) y las cenizas (2,14%). El análisis FTIR reveló la presencia de grupos funcionales característicos de la biomasa vegetal, incluyendo hidroxilos (O–H), carbonilos (C=O), grupos alifáticos que contienen enlaces C–H y enlaces C–O/C–O–C, lo que indica la ocurrencia de diferentes clases de compuestos orgánicos. Por lo tanto, los residuos del procesamiento de la guayaba tienen potencial para su uso agroindustrial y para el desarrollo de nuevos productos alimenticios, contribuyendo a la valorización de este subproducto, la reducción de residuos y el fortalecimiento de prácticas sostenibles y una bioeconomía circular.

Palabras Clave: *Psidium guajava* L.; Composición centesimal; FTIR; Reaprovechamiento.

ABSTRACT

The agricultural and agro-industrial sectors play a fundamental role in food production, but they are also among the main sources of organic waste, resulting in large volumes of residual biomass that are frequently discarded without proper utilization. In this context, the valorization of agro-industrial waste has been considered a promising strategy for adding value and promoting sustainability. Among the fruits widely processed by the Brazilian agro-industry, guava (*Psidium guajava* L.) stands out, whose processing generates waste composed of peels, seeds and pulp remnants, which have potential for food applications due to their chemical and nutritional composition. Thus, this work aimed to characterize the waste from guava processing used in the production of pulps destined for the institutional restaurant of the Federal Institute of Piauí – São João do Piauí Campus (IFPI-CASJP), as well as to evaluate its potential for agro-industrial use. To this end, the residue was subjected to drying in an electric dehydrator, followed by analyses of centesimal composition (moisture, ash, lipids, proteins, and carbohydrates), as well as characterization by Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR). The results showed a high moisture content (83.54%), a common characteristic in tropical fruit residues, reinforcing the need for drying processes for conservation and technological use. On a dry basis, carbohydrates predominated (83.14%), followed by lipids (7.63%), proteins (7.51%), and ash (2.14%). FTIR analysis revealed the presence of functional groups characteristic of plant biomass, including hydroxyls (O–H), carbonyls (C=O), aliphatic groups containing C–H bonds and C–O/C–O–C bonds, indicating the occurrence of different classes of organic compounds. Therefore, guava processing waste has potential for agro-industrial use and for the development of new food products, contributing to the valorization of this by-product, the reduction of waste, and the strengthening of sustainable practices and a circular bioeconomy.

Keywords: *Psidium guajava* L.; Proximate composition; FTIR; Reuse.

INTRODUÇÃO

O crescimento da produção agrícola e agroindustrial nas últimas décadas tem sido acompanhado pela geração de grandes volumes de resíduos orgânicos, os quais frequentemente são descartados sem aproveitamento adequado. Estima-se que cerca de 30% dos alimentos produzidos mundialmente sejam perdidos ao longo da cadeia produtiva, representando não apenas desperdício de recursos naturais, mas também impactos ambientais e econômicos significativos (Awasthi *et al.*, 2022). Diante desse cenário, a busca por alternativas que promovam o aproveitamento desses resíduos tem se tornado uma prioridade, especialmente no contexto da bioeconomia circular, que propõe a valorização integral da biomassa e a redução da geração de rejeitos (Banu *et al.*, 2020; Reshmy *et al.*, 2022).

Entre os resíduos gerados pela agroindústria de frutas, destacam-se aqueles provenientes do processamento da goiaba (*Psidium guajava* L.), constituídos principalmente por cascas, sementes e remanescentes de polpa. Embora frequentemente descartados, esses subprodutos apresentam potencial para aplicações alimentícias e tecnológicas devido à presença de nutrientes e compostos bioativos, como fibras alimentares, proteínas, lipídios, carboidratos e substâncias antioxidantes (Venkidasamy *et al.*, 2024). Estudos recentes têm demonstrado que resíduos de frutas podem ser transformados em farinhas e ingredientes funcionais, contribuindo para o desenvolvimento de novos produtos e para a redução do desperdício de matérias-primas agroindustriais (Filho, 2020; Sousa *et al.*, 2021; Venkidasamy *et al.*, 2024).

Nesse contexto, surge o seguinte problema de pesquisa: qual o potencial de aproveitamento dos resíduos gerados pelo processamento da goiaba no Instituto Federal do Piauí – Campus São João do Piauí, considerando sua composição centesimal e características estruturais após o processo de secagem? Parte-se da hipótese de que esses resíduos apresentam composição nutricional relevante e características químicas que os tornam aptos para aplicações futuras na indústria alimentícia ou em outros processos de valorização da biomassa.

A relevância desta investigação está associada à necessidade de desenvolver estratégias sustentáveis para o aproveitamento de resíduos agroindustriais, contribuindo para a redução dos impactos ambientais decorrentes do descarte inadequado e para a geração de valor agregado a materiais frequentemente considerados sem utilidade econômica (Ligarda-Samanez, 2025). Além disso, o estudo possui importância social e regional, uma vez que a goiaba utilizada no IFPI – Campus São João do Piauí é proveniente da agricultura familiar local, fortalecendo cadeias produtivas regionais. Em adição, a pesquisa está alinhada com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 2 – Fome Zero e Agricultura Sustentável, ao promover o fortalecimento da agricultura familiar e sistemas alimentares sustentáveis, e o ODS 12 – Consumo e Produção

Responsáveis, por incentivar o aproveitamento de matérias-primas locais e o uso sustentável dos recursos (ONU, 2015).

No IFPI-CASJP, a goiaba é utilizada na produção de polpas destinadas ao restaurante institucional, gerando resíduos que atualmente não são reaproveitados. Dessa forma, torna-se necessário conhecer suas características físico-químicas para subsidiar futuras aplicações e estratégias de valorização. Assim, este estudo teve como objetivo caracterizar o resíduo proveniente do processamento da goiaba por meio da determinação da composição centesimal e da análise espectroscópica por infravermelho com transformada de Fourier (FTIR), avaliando seu potencial como matéria-prima para novos processos produtivos.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nos últimos anos, a utilização e a gestão de biomassas residuais, por meio do tratamento, reutilização e reciclagem, tornaram-se cada vez mais relevantes para a indústria alimentícia e para o setor agrícola. O aproveitamento de materiais orgânicos tem crescido de forma significativa, acompanhando os avanços da bioeconomia e do conceito mais amplo de economia circular. A integração desses dois enfoques tem dado origem ao conceito de bioeconomia circular, que busca conciliar eficiência produtiva, sustentabilidade ambiental e geração de valor a partir de recursos renováveis (Viaggi, 2022; Kumar *et al.*, 2025).

Nesse contexto, a biomassa é definida como um recurso orgânico derivado de organismos vivos, de origem animal ou vegetal, não fóssil e naturalmente biodegradável. Sua utilização está diretamente associada a práticas de consumo sustentável, uma vez que pode ser empregada tanto como fonte alimentar quanto como matéria-prima renovável para diferentes cadeias produtivas (Awasthi *et al.*, 2022; Velvizhi *et al.*, 2022).

Entre as diversas formas de biomassa, destaca-se a biomassa vegetal, também denominada material lignocelulósico, que tem despertado crescente interesse científico e tecnológico devido à sua abundância e caráter renovável. Essa biomassa é composta majoritariamente por celulose, hemicelulose e lignina, organizadas em uma matriz polissacarídica complexa. Além disso, contém componentes minoritários, como taninos, ácidos graxos, resinas e sais inorgânicos, que podem ser separados e valorizados por meio de processos de biorrefinaria, ampliando seu potencial de aplicação industrial (Zadeh *et al.*, 2020).

O Brasil destaca-se como um dos maiores geradores de resíduos lignocelulósicos oriundos de atividades agrícolas, florestais e urbanas, com especial ênfase no setor agroindustrial. Entre esses resíduos, destacam-se o bagaço de cana-de-açúcar, o bagaço de azeitona e os subprodutos do processamento de frutas, como a goiaba, que são gerados em grandes volumes. Nos últimos anos,

observa-se um crescimento significativo nos investimentos em pesquisas voltadas ao uso mais eficiente desses materiais, com foco na conversão da biomassa lignocelulósica em bioprodutos de alto valor agregado. Esse cenário é reforçado pela elevada relevância econômica e produtiva da fruticultura no contexto brasileiro, que intensifica a geração de resíduos agroindustriais e evidencia a necessidade de estratégias sustentáveis para seu reaproveitamento. O bioprocessamento desses resíduos, além de mitigar impactos ambientais, contribui para o fortalecimento de cadeias produtivas mais sustentáveis e alinhadas aos princípios da bioeconomia (Ubando *et al.*, 2020; EMBRAPA, 2024).

Dessa forma, a utilização de resíduos agroindustriais apresenta-se como uma estratégia promissora para o fornecimento de insumos estratégicos a diferentes setores industriais. Diante da crescente demanda por produtos de alta qualidade e desempenho, muitas indústrias têm adotado práticas de reaproveitamento de resíduos, reconhecendo seu expressivo potencial econômico e ecológico (Velvizhi *et al.*, 2022). Segundo Banu *et al.* (2020), as biorrefinarias representam um modelo estratégico capaz de converter resíduos orgânicos em insumos energéticos, ingredientes alimentares, compostos bioativos e outros produtos valorizados, promovendo benefícios econômicos, sociais e ambientais.

Corato *et al.*, (2018) destacam que os co-produtos derivados das cadeias agroindustriais podem ser aplicados na produção de biopolímeros, nutracêuticos, aditivos alimentares e compostos bioativos, desde que utilizados métodos adequados de separação, extração e conversão. Esse cenário está alinhado com tendências globais de sustentabilidade, reforçadas por legislações mais rigorosas sobre descarte de resíduos e pelo aumento da conscientização ambiental.

No âmbito alimentar, a biomassa oriunda de resíduos agroindustriais pode ser aproveitada de diversas maneiras. Em particular, os resíduos do processamento de frutas, que geralmente não integram os hábitos alimentares da população, podem constituir importantes fontes de nutrientes. Galanakis (2021) afirma que a indústria de alimentos é responsável por grande volume de resíduos ainda subutilizados, mas que carregam enorme potencial para valorização tecnológica e econômica.

A incorporação desses resíduos em rotas de biorrefinaria contribui significativamente para a redução do desperdício e para a estruturação de cadeias produtivas mais eficientes. Na cadeia produtiva de frutas, o volume de resíduos gerados é especialmente elevado. Triechel (2016) ressalta que de 65% a 70% da massa de alguns frutos pode ser descartada após o processamento. Esse descarte, se feito de maneira inadequada, causa impactos ambientais e representa a perda de materiais ricos em nutrientes e compostos bioativos.

Venkidasamy *et al.*, (2024) destacam que os resíduos de frutas, popularmente conhecidos como pomace, contêm fibras, proteínas, lipídios, minerais e compostos fenólicos com propriedades

antioxidantes. Esses subprodutos podem ser empregados na produção de ingredientes alimentares, farinhas funcionais, fibras dietéticas e compostos nutracêuticos.

Quando incorporados a produtos alimentícios, como biscoitos, esses resíduos podem agregar valor nutricional e modificar positivamente características sensoriais, como sabor, textura, aroma e cor. No entanto, para que sua utilização seja viável, é fundamental que os produtos desenvolvidos apresentem boa aceitação sensorial por parte dos consumidores (Aquino *et al.*, 2010).

A goiaba (*Psidium guajava* L.) é um fruto amplamente cultivado e processado no Brasil. Durante seu processamento para sucos, polpas e doces, uma grande fração composta por sementes, cascas e parte da polpa é descartada. Estudos mostram que esse material possui elevado valor nutricional e potencial funcional. Uchôa-Thomaz *et al.*, (2014) identificaram que as sementes de goiaba apresentam alto teor de fibras dietéticas, proteínas, minerais essenciais como ferro e zinco, além de elevada concentração de ácidos graxos insaturados, sobretudo o ácido linoleico, que compõe mais de 77% dos lipídios presentes nas sementes.

Lima *et al.*, (2019) reforçam que tanto a goiaba quanto seus resíduos apresentam compostos fenólicos com propriedades anti-inflamatórias e antioxidantes, justificando seu uso em formulações funcionais. Assim, a composição química favorável torna o resíduo da goiaba um recurso relevante para a indústria de alimentos e para a pesquisa científica. A utilização de resíduos de goiaba em produtos alimentícios vem ganhando destaque. Sousa *et al.*, (2021) demonstraram que o processo de fermentação semissólida pode aumentar o teor proteico do resíduo, tornando-o ainda mais apropriado para o desenvolvimento de alimentos funcionais.

Em estudo aplicado, Filho (2020) desenvolveu barras de cereais com o resíduo da goiaba e verificou boa aceitação sensorial, sugerindo que produtos derivados dessa biomassa podem ser incorporados à alimentação de forma agradável e nutritiva. Esses resultados reforçam a viabilidade de transformar resíduos do processamento da goiaba em alimentos com valor agregado.

A partir deste, observa-se que os resíduos agroindustriais, especialmente aqueles oriundos do processamento de frutas, apresentam elevado potencial de reaproveitamento, tanto do ponto de vista ambiental quanto tecnológico. A composição nutricional e funcional desses resíduos, aliada às possibilidades de transformação por meio de processos como a secagem e a produção de farinhas, evidencia seu valor como matéria-prima para o desenvolvimento de novos produtos. Nesse sentido, torna-se necessário aprofundar a discussão sobre os resíduos gerados no processamento de frutas e suas aplicações tecnológicas.

Diante das evidências apresentadas na literatura acerca do potencial nutricional e tecnológico dos resíduos provenientes do processamento da goiaba, torna-se necessário aprofundar o conhecimento sobre suas características físico-químicas e estruturais, especialmente em contextos

locais de produção. Nesse sentido, a caracterização desses subprodutos constitui uma etapa fundamental para avaliar suas possibilidades de aproveitamento e agregação de valor. Assim, com o intuito de investigar o potencial dos resíduos gerados no Instituto Federal do Piauí – Campus São João do Piauí - PI, foram definidos os procedimentos metodológicos descritos a seguir, contemplando a obtenção, o processamento e a caracterização centesimal e estrutural das amostras.

METODOLOGIA

MODALIDADE DA PESQUISA

A presente pesquisa caracteriza-se, quanto à sua natureza, como aplicada, por visar à geração de conhecimentos com potencial de aplicação prática na solução de problemas específicos relacionados ao aproveitamento de resíduos agroindustriais (Gil, 2017). Em relação aos objetivos, enquadra-se como pesquisa descritiva-exploratória, uma vez que buscou descrever as características físico-químicas dos resíduos de goiaba submetidos à secagem e explorar seu potencial de aproveitamento agroindustrial por meio de análises laboratoriais (Gil, 2017). Quanto à abordagem metodológica, trata-se de uma pesquisa qualiquantitativa, integrando análises numéricas e descritivas para uma compreensão mais ampla do fenômeno estudado. Essa estratégia possibilita a interpretação dos resultados experimentais por meio da associação entre dados quantitativos e aspectos qualitativos observados durante o desenvolvimento da pesquisa (Rodrigues, 2021). No que se refere aos procedimentos técnicos, o estudo possui caráter experimental, fundamentado na manipulação e controle de variáveis relacionadas ao processo de secagem e à caracterização do resíduo agroindustrial, permitindo a avaliação dos efeitos dessas variáveis sobre as propriedades da matéria-prima (Gil, 2017).

ÁREA DE ESTUDO E MATERIAIS

A pesquisa foi desenvolvida no Instituto Federal do Piauí – Campus São João do Piauí (IFPI-CASJP), localizado no município de São João do Piauí - PI, região sudeste do estado do Piauí. Em adição, parte das análises laboratoriais foi realizada no Instituto de Tecnologia e Pesquisa (ITP), vinculado à Universidade Tiradentes em Aracaju - SE. O material utilizado consistiu em resíduos provenientes do processamento da goiaba para produção de suco destinado ao refeitório do IFPI-CASJP. O estudo foi conduzido a partir de uma única coleta de resíduos, obtidos em um único lote de despulpamento realizado no restaurante institucional. Esses resíduos, compostos por cascas, sementes e remanescentes de polpa, foram obtidos após o beneficiamento de frutos provenientes da agricultura familiar local e mantidos sob refrigeração até o início das etapas experimentais.

SECAGEM DO RESÍDUO DA GOIABA

Inicialmente, os resíduos foram submetidos à secagem em desidratador elétrico digital

(Meloni M042-D), operando a 60 °C, temperatura definida com base na literatura para secagem de resíduos agroindustriais (Feitosa et al., 2019). O resíduo de goiaba foi distribuído em camada fina e uniforme sobre bandejas perfuradas, evitando sobreposição do material. Durante o processo de secagem, com duração aproximada de 14 horas, as amostras foram pesadas em intervalos de tempo regulares (a cada 60 minutos), utilizando balança analítica, até atingirem massa constante, critério adotado para o encerramento da secagem. Os dados de massa obtidos ao longo do tempo foram utilizados para a determinação da razão de umidade (RU).

O processo teve como finalidade a obtenção de farinha do resíduo de goiaba e a avaliação da perda de umidade ao longo da secagem. Após a secagem, o material foi triturado em liquidificador industrial (Vitalmix LI-02). As sementes que permaneceram inteiras foram posteriormente moídas em moinho manual. Em seguida, a farinha obtida foi peneirada para padronização granulométrica, acondicionada em embalagens apropriadas e armazenada, protegida da luz até a realização das análises.

DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL

A composição centesimal da farinha de resíduo de goiaba foi determinada em triplicata, conforme os métodos descritos pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), abrangendo os teores de umidade, cinzas, lipídios, proteínas e carboidratos.

A determinação da umidade foi realizada pelo método gravimétrico utilizando aproximadamente 3 g de amostra acondicionadas em cadinhos de porcelana e submetidas à secagem em estufa a 105 ± 5 °C até massa constante. Após resfriamento em dessecador, as amostras foram novamente pesadas, sendo o teor de umidade calculado pela diferença de massa.

O teor de cinzas foi determinado por incineração em mufla a 550 ± 5 °C até completa eliminação da matéria orgânica. A quantidade de resíduo mineral remanescente foi utilizada para o cálculo do percentual de cinzas.

A quantificação de lipídios foi realizada por extração contínua em aparelho Soxhlet. Para isso, 5 g de amostra previamente seca foram submetidos à extração com 180 mL de éter de petróleo (90–100 °C) durante oito horas. Após a remoção do solvente em estufa a 60 °C, o teor lipídico foi determinado gravimetricamente.

O teor de proteínas foi determinado pelo método de Kjeldahl, baseado na quantificação do nitrogênio orgânico total. Aproximadamente 0,2 g da amostra foram digeridos com ácido sulfúrico e mistura catalítica até obtenção de solução azul-esverdeada. Após digestão, destilação e captura da amônia em solução de ácido bórico, procedeu-se à titulação com ácido clorídrico 0,05 N, conforme metodologia proposta pelo IAL (2008).

O teor de carboidratos foi obtido por diferença, considerando-se a soma dos percentuais de

umidade, proteínas, lipídios e cinzas, sendo o valor remanescente atribuído aos carboidratos (IAL, 2008).

ANÁLISE POR ESPECTROSCOPIA NO INFRAVERMELHO POR TRANSFORMADA DE FOURIER (FTIR)

A caracterização dos grupos químicos das amostras foi realizada por espectroscopia na região do infravermelho com transformada de Fourier (FTIR). As análises foram conduzidas em espectrômetro AGILENT CARY 630 FTIR (Agilent Technologies, EUA), equipado com acessório de reflexão total atenuada (ATR) contendo cristal de diamante/seleneto de zinco (ZnSe). Aproximadamente 2 mg de cada amostra foram depositados diretamente sobre o cristal ATR e analisados na faixa espectral de 4000 a 600 cm^{-1} , com resolução inferior a 2 cm^{-1} . Os espectros obtidos foram processados automaticamente pelo software Agilent MicroLab, permitindo a identificação dos principais grupos funcionais presentes nas amostras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição centesimal do resíduo do processamento da goiaba é apresentada no Quadro 01, expressa tanto na base úmida (b.u.) quanto na base seca (b.s.), uma vez que o teor de umidade influencia diretamente a concentração dos demais constituintes e a interpretação dos resultados.

Os resultados da análise centesimal do subproduto mostram elevado teor de água na sua composição. O teor de umidade determinado foi de 83,54%, indicando elevada umidade na base úmida. Esse resultado é característico de resíduos do processamento de frutas tropicais, uma vez que esses materiais apresentam alta atividade de água. A elevada umidade influencia diretamente no armazenamento do resíduo, favorecendo a deterioração microbiológica e justificando a necessidade de secagem para armazenamento e aproveitamento industrial (Filha *et al.*, 2016).

Quadro 01: Composição centesimal do subproduto do processamento da goiaba.

Amostra	Resíduo do processamento da goiaba	
	Base Úmida	Base Seca
Umidade (%)	83,54 $\pm$ 0,62	-
Cinzas (%)	0,35 $\pm$ 0,02	2,14 $\pm$ 0,04
Lipídeos (%)	1,27 $\pm$ 0,04	7,63 $\pm$ 0,08
Proteínas (%)	1,25 $\pm$ 0,07	7,51 $\pm$ 0,33
Carboidratos (%)	13,71 $\pm$ 0,71	83,14 $\pm$ 1,56

Fonte: Autoria própria, 2025

Na base seca, os carboidratos constituíram a fração predominante da amostra (83,14%), indicando que a biomassa é composta majoritariamente por compostos orgânicos estruturais e de reserva. Ressalta-se, entretanto, que parte dessa fração pode estar associada à presença de fibras alimentares, cuja quantificação requer metodologias específicas e ainda não foi realizada neste estudo.

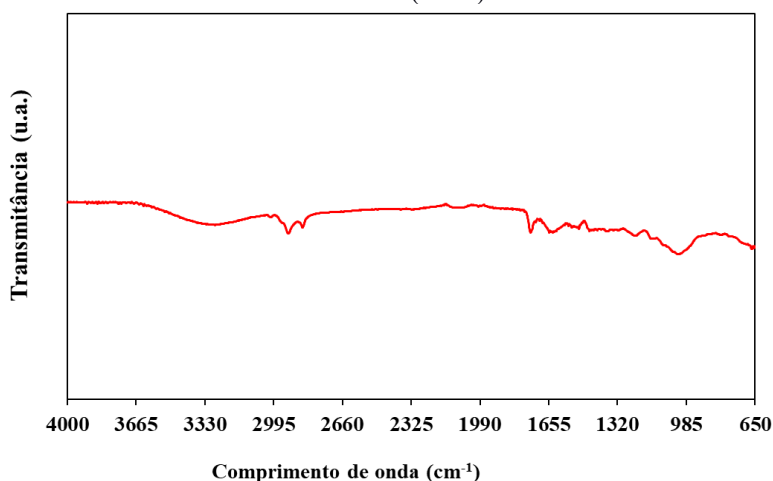
Na base seca, o teor de proteínas foi de 7,51%, valor obtido após a remoção da água da amostra, refletindo a concentração relativa dos constituintes sólidos. Esse resultado demonstra a presença de compostos nitrogenados preservados após o processo de secagem. Resíduos de frutas contendo proteínas têm sido apontados como matérias-primas promissoras para aplicações agroindustriais e alimentícias devido ao seu potencial nutricional (Kumar *et al.*, 2022).

Em relação aos lipídeos, os valores encontrados foram de 1,27% (b.u.) e 7,63% (b.s.). A concentração lipídica na base seca pode estar associada principalmente às sementes presentes no resíduo, uma vez que estas geralmente apresentam maior teor de óleo (Kapoor, *et al.* 2020).

E por fim, o teor de cinzas (indicadores de minerais) foi de 0,35% (b.u.) e 2,14% (b.s.), refletindo a presença de minerais no material. O aumento proporcional na base seca é esperado devido à concentração dos sólidos após remoção da umidade. Resultados semelhantes têm sido reportados para resíduos do processamento de frutas, sugerindo que esses materiais podem representar fontes complementares de minerais em aplicações agroindustriais e alimentícias (Assis *et al.*, 2025).

A caracterização por espectroscopia no infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR), para identificar os grupos funcionais presentes na biomassa a partir das bandas de absorção, estão representadas na Figura 01 e complementa os dados do Quadro 01, permitindo identificar os grupos compatíveis com os grupos presentes na biomassa.

Figura 01: Análise do resíduo da goiaba por espectroscopia no infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR)



Fonte: Autoria própria, 2025

A banda larga observada na região entre 3600–3200 cm^{-1} pode ser atribuída ao estiramento vibracional da ligação O–H, característica de grupos hidroxila presentes em polissacarídeos, como celulose, hemicelulose e pectinas, além de água adsorvida na matriz vegetal. Essa atribuição está de acordo com Ferreira (2023), que também identificou bandas semelhantes em resíduos industriais de goiaba, associando-as à presença de compostos hidroxilados típicos deste material. A presença dessa banda é compatível com o elevado teor de carboidratos observado na base seca, equivalente a 83,14%, e compatível com a presença de compostos lignocelulósicos normalmente encontrados em biomassas vegetais, em concordância com a elevada fração de carboidratos observada na composição centesimal.

Na região entre 3000–2800 cm^{-1} , observam-se bandas relacionadas ao estiramento C–H de grupos metila e metileno, indicativas da presença de cadeias alifáticas. Essas vibrações podem estar associadas à presença de cadeias alifáticas presentes em lipídios e outros constituintes orgânicos da biomassa. Esse resultado dialoga com a composição centesimal, na qual foi identificado teor de lipídios de 7,63% na base seca, possivelmente relacionado à presença de sementes no resíduo. De acordo com Kapoor et al. (2020), as sementes de goiaba apresentam fração lipídica relevante, o que pode contribuir para a presença dessas bandas no espectro.

A faixa entre 1750–1600 cm^{-1} corresponde, de modo geral, às vibrações de grupos carbonila (C=O), presentes em compostos como ésteres, ácidos carboxílicos, pectinas e proteínas. A ocorrência dessas bandas sugere a presença de diferentes compostos orgânicos na biomassa, incluindo frações proteicas e componentes estruturais da parede celular vegetal. Esse comportamento também foi relatado por Ferreira (2023) em estudos com resíduos de goiaba, nos quais bandas nessa região foram associadas a compostos carbonilados e constituintes orgânicos presentes na matriz vegetal.

Já a região entre 1200–900 cm^{-1} é característica das vibrações C–O, C–C e C–O–C, comumente atribuídas a polissacarídeos, como celulose, hemicelulose e outros carboidratos estruturais. A presença dessas bandas reforça a predominância de carboidratos no resíduo, conforme demonstrado no Quadro 01. Esse resultado também se aproxima do observado por Assis *et al.*, (2025), que identificaram predominância de constituintes carboidratados em farinha de resíduo do processamento agroindustrial de goiaba, evidenciando o potencial desse subproduto como matéria-prima de interesse tecnológico.

Bandas observadas abaixo de 900 cm^{-1} podem estar relacionadas a vibrações fora do plano de ligações presentes em compostos orgânicos complexos, incluindo estruturas aromáticas e possíveis compostos fenólicos. A literatura aponta que resíduos de frutas, incluindo a goiaba, podem conter compostos bioativos com atividade antioxidante, como fenólicos e outros metabólitos secundários (Venkidasamy *et al.*, 2024) conforme apresentado no Quadro 02. No entanto, a confirmação

específica desses compostos requer análises complementares, como determinação de fenólicos totais e atividade antioxidante.

Quadro 02: Faixas características de absorção na região do infravermelho e possíveis atribuições dos grupos funcionais identificados na biomassa residual da goiaba (*Psidium guajava* L.) por espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (FTIR).

Faixa de absorção (cm ⁻¹)	Grupo funcional	Possível grupo do resíduo da goiaba
~3400–3200 cm ⁻¹	Estiramento O–H	Hidroxilas associadas à água adsorvida, celulose, hemicelulose e compostos fenólicos
~ 3000–2850cm ⁻¹	Estiramento C–H	Cadeias alifáticas presentes em lipídios e componentes estruturais da biomassa
~ 1750–1600 cm ⁻¹	Estiramento C=O	Carbonilas associadas a ésteres, ácidos orgânicos, pectinas e outros constituintes vegetais
~ 1400–1200 cm ⁻¹	Deformação C–H e ligações C–O	Compostos orgânicos presentes na matriz lignocelulósica
~ 1200–900 cm ⁻¹	Estiramento C–O e C–O–C	Polissacarídeos, celulose, hemicelulose e carboidratos estruturais
~ 900–600 cm ⁻¹	Vibrações fora do plano	Estruturas características de compostos orgânicos presentes na biomassa vegetal

Fonte: Elaborado pelos autores com base na literatura consultada de Ferreira (2023), Venkidasamy *et al.*, (2024) e Assis *et al.*, (2025), 2025.

A análise por FTIR complementa os resultados da composição centesimal ao evidenciar a presença de grupos funcionais característicos de biomassas vegetais, incluindo hidroxilas, carbonilas, ligações C–H e ligações C–O/C–O–C. Esses grupos estão associados principalmente à presença de carboidratos estruturais, lipídios, proteínas, pectinas e outros compostos orgânicos da matriz vegetal. Dessa forma, os resultados obtidos confirmam a complexidade química do resíduo do processamento da goiaba e reforçam seu potencial para aplicações alimentícias e agroindustriais.

De modo geral, os resultados indicam que o resíduo do processamento da goiaba apresenta composição nutricional relevante, especialmente quando avaliado na base seca, destacando-se a predominância de carboidratos, seguida por lipídios e proteínas. Esse perfil é semelhante ao observado por Assis *et al.*, (2025) para resíduos do processamento da goiaba, evidenciando o

potencial de aproveitamento desse subproduto e sua importância como matéria-prima para processos de valorização agroindustrial, contribuindo para a redução do desperdício e para a agregação de valor à cadeia produtiva.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste estudo evidenciam o potencial de aproveitamento dos resíduos provenientes do processamento da goiaba, constituídos por cascas, sementes e remanescentes de polpa, como matéria-prima de interesse para futuras aplicações alimentícias e tecnológicas. A caracterização centesimal permitiu identificar a presença de componentes nutricionais relevantes, demonstrando que esses resíduos possuem valor agregado e não devem ser considerados apenas como materiais descartáveis oriundos do processamento agroindustrial.

A secagem mostrou-se uma etapa importante para a conservação da biomassa residual, reduzindo o teor de umidade e favorecendo sua estabilidade durante o armazenamento. Além disso, a obtenção da farinha possibilitou a realização das análises físico-químicas, fornecendo informações essenciais sobre sua composição nutricional e ampliando as perspectivas para seu aproveitamento em novos produtos. A análise por espectroscopia na região do infravermelho com transformada de Fourier (FTIR) complementou a caracterização do material ao identificar grupos funcionais associados aos principais constituintes químicos presentes na biomassa, contribuindo para uma compreensão mais abrangente de suas propriedades estruturais.

Sob a perspectiva da sustentabilidade, o estudo reforça a importância da valorização de resíduos agroindustriais como estratégia para redução do desperdício de recursos e mitigação dos impactos ambientais decorrentes do descarte inadequado desses materiais. Nesse sentido, o aproveitamento dos resíduos de goiaba está alinhado aos princípios da bioeconomia circular, que busca promover o uso eficiente dos recursos naturais por meio da reinserção de subprodutos em cadeias produtivas de maior valor agregado.

Além das contribuições ambientais, os resultados apresentam relevância social e econômica, especialmente para a realidade do semiárido piauiense, onde a produção agrícola familiar desempenha papel fundamental na geração de renda e no abastecimento local. A utilização integral da goiaba pode representar uma alternativa para agregar valor à produção regional, fortalecendo práticas sustentáveis e incentivando a inovação no setor agroalimentar.

Conclui-se que o resíduo do processamento da goiaba apresenta características químicas e nutricionais que evidenciam seu potencial de aproveitamento agroindustrial. A composição centesimal e a presença de grupos funcionais associados à biomassa vegetal indicam que esse material pode ser considerado uma alternativa promissora aos subprodutos da cadeia produtiva da goiaba.

Como perspectiva futura, pretende-se utilizar a farinha obtida a partir desses resíduos na elaboração de biscoitos, com posterior avaliação de suas características tecnológicas e sensoriais, destinados ao Instituto Federal do Piauí – *Campus* São João do Piauí, contribuindo para o aproveitamento integral da matéria-prima e para a valorização da agricultura familiar local. Além disso, novos estudos poderão ampliar a caracterização desse subproduto por meio da realização de diferentes coletas e da avaliação dos bioprodutos desenvolvidos, fortalecendo as evidências acerca de seu potencial de aproveitamento agroindustrial.

REFERÊNCIAS

AQUINO, A. C. M. S.; *et al.* Avaliação físico-química e aceitação sensorial de biscoitos tipo cookies elaborados com farinha de resíduos de acerola. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 69, n. 3, p. 379–386, 2010.

ASSIS, Henrique Ferreira de; OLIVEIRA, Daniela Barros de; MORAES, Luana Pereira de; FIGUEIREDO, Frederico de Castro; PAIXÃO, Marcus Vinicius Sandoval. Composição centesimal e principais características químicas da farinha de resíduo do processamento agroindustrial de *Psidium guajava* L. **Revista Aracê, São José dos Pinhais**, v. 7, n. 2, p. 7197-7207, 2025.

AWASTHI, M. K. *et al.* Agricultural Waste Biorefinery Development Towards Circular Bioeconomy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 158, 2022.

BANU, J. R. *et al.* Biorefinery of spent coffee grounds waste: Viable pathway towards circular bioeconomy. *Bioresource Technology*, v. 302, p. 122821, 2020.

CABRAL FILHA, Maria do Carmo de Souza; ARAÚJO, Sayonara Costa de; SILVA, Gabriela Muricy de Souza; CANUTO, Morgana Fabíola Cunha Silva; MARTINS, Georgiana Maria Vasconcelos. Cinética de secagem da exaustão da goiaba (*Psidium guajava* L.) em camada fina. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, [S. l.] , v. 4, pág. 99–104, 2016. DOI: 10.18378/rvads.v1i4.4546. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/4546>. Acesso em: 18 maio. 2026.

CORATO, U. DE *et al.* Assessing the main opportunities of integrated biorefining from agro-bioenergy co / by-products and agroindustrial residues into high-value added products associated to some emerging markets: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 88, n. February, p. 326–346, 2018.

EMBRAPA. Frutas e hortaliças: contribuições para a agricultura brasileira. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2024. Disponível em: <https://www.embrapa.br/grandes-contribicoes-para-a-agricultura-brasileira/frutas-e-hortalicas>. Acesso em: 29 de novembro de 2025.

FEITOSA, B. F. *et al.* Cinética de secagem dos resíduos da agroindústria processadora de polpa de frutas: manga, abacaxi, acerola, goiaba e graviola. *Energia na Agricultura*, v. 34, n. 1, p. 134-141, jan./mar. 2019.

FERREIRA, MARIA IZABEL CARNEIRO. *Aproveitamento de resíduos industriais de goiaba (Psidium guajava L.) para a elaboração de pré-misturas para bolos*. 2023. 70 f. Dissertação

(Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023.

FILHO, R. G. D. M. Aceitação sensorial de barras de cereais desenvolvidas com o resíduo agroindustrial da goiaba. Morrinhos. TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO - INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO – CAMPUS MORRINHOS CURSO, 2020.

GALANAKIS, C. Food waste valorization opportunities for different food industries. In: The Interaction of Food Industry and Environment. [s.l.] Elsevier Inc., 2021. p. 341–422.

GIL, A. C. Como elaborar Projetos de Pesquisa. 6. ed. Editora: Gen Atlas, 2017.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análises de alimentos. 4ª ed. (1ª Edição digital), 2008.3

KAPOOR, Swati et al. Extraction and characterization of guava seed oil: A novel industrial byproduct. *Lwt*, v. 132, p. 109882, 2020.

KUMAR, M. et al. *Guava (Psidium guajava L.) seed: A low-volume, high-value byproduct for human health and the food industry*. **Food Chemistry**, v. 386, 2022. Article 132694. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132694>.

LIGARDA-SAMANEZ, C. A. et al. Technological Innovations and Circular Economy in the Valorization of Agri-Food By-Products. *Foods*, v. 14, n. 11, 2025.

LIMA, R. DA S. et al. May the superfruit red guava and its processing waste be a potential ingredient in functional foods? *Food Research International*, v. 115, p. 451–459, 2019.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Nova York: ONU, 2015. Acesso em: 8 fev. 2025.

RESHMY, R. et al. Updates on high value products from cellulosic biorefinery. *Fuel*, v. 308, p. 122056, 15 jan. 2022.

RODRIGUES, T. D. F. F.; OLIVEIRA, G. S. de.; SANTOS, J. A. As pesquisas qualitativas e quantitativas na educação. *Revista Prisma*, v. 2, n. 1, p. 154-174, 2021.

SOUSA, S. M. F. DE et al. Enriquecimento proteico do resíduo da goiaba (*Psidium guajava* L.) por meio da fermentação semissólida. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 14, p. e385101422050, 2021.

TRIECHEL, M. Anuário brasileiro da fruticultura. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz . 88p. 2016.

UBANDO, A. T.; FELIX, C. B.; CHEN, W. H. Biorefineries in circular bioeconomy: A comprehensive review. *Bioresource Technology*, v. 299, p. 122585, 2020.

UCHÔA-THOMAZ, A. M. A. et al. Chemical composition, fatty acid profile and bioactive compounds of guava seeds (*Psidium guajava* L.). *Food Science and Technology*, v. 34, n. 3, p. 485–492, 2014.

VELVIZHI, G. *et al.* Integrated biorefinery processes for conversion of lignocellulosic biomass to value added materials: Paving a path towards circular economy. *Bioresource Technology*, v. 343, p. 126151, 2022.

VENKIDASAMY, B. *et al.* Unveiling novel applications of fruit pomace for sustainable production of value-added products and health benefits: A review. *Food Bioscience*, v. 61, n. June, p. 104533, 2024.

VIAGGI, D. Agricultural waste management and valorisation in the context of the circular bioeconomy: exploring the potential of biomass value webs. *Curr. Opin. Environ. Sci. Health.*, 27, 2022.

ZADEH, Z. E.; ABDULKHANI, A.; ABOELAZAYEM, O.; SAHA, B. Recent Insights into Lignocellulosic Biomass Pyrolysis: A Critical Review on Pretreatment, Characterization, and Products Upgrading. *Processes*, v. 8, p. 1–31, 2020.