



# EXTRAÇÃO DE PECTINA DA CASCA DE CAJU EM ÁGUA SUBCRÍTICA E SUA INTEGRAÇÃO SUSTENTÁVEL

**Palavras-Chave:** BIOMASSA, RESÍDUO AGROINDUSTRIAL, BIORREFINARIA, EXTRAÇÃO

**Autores(as):**

**ISABELA STEPHANI B. ALVES <sup>1</sup> [FEA – UNICAMP]**

**BRENDA PIE O. MONSSERAT <sup>2</sup> [IQ – UNICAMP]**

**TIAGO LINHARES C. T. BARROSO <sup>3</sup> [FEA – UNICAMP]**

**VANESSA FERREIRA COSME <sup>4</sup> [FEA – UNICAMP]**

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> TÂNIA FOSTER-CARNEIRO (orientadora) [FEA – UNICAMP]**

---

## INTRODUÇÃO:

Uma instalação industrial que faz uso completo da matéria-prima de maneira sustentável, produzindo alimentos, subprodutos com alto valor agregado e biocombustíveis/energia ao mesmo tempo, pode ser denominada como uma biorrefinaria. Esse conceito é semelhante ao das refinarias de petróleo, que produzem diversos produtos derivados do petróleo em uma única instalação. Na biorrefinaria, diferentes processos físicos e/ou químicos são empregados para reutilizar os resíduos gerados nas etapas de produção de alimentos. Inicialmente, operações de separação são realizadas para extrair substâncias de alto valor agregado dos resíduos, seguidas por etapas de conversão desses subprodutos em produtos prontos para uso ou como matéria-prima para a geração de energia/biocombustíveis. Os biocombustíveis podem ser obtidos por meio de duas principais rotas: biológica, como a digestão anaeróbia, e termoquímica, como a extração ou hidrólise.

No Brasil, a geração anual de resíduos sólidos industriais (RSI) ultrapassa 97 milhões de toneladas, dos quais pelo menos 93 milhões têm potencial para serem reaproveitados antes da destinação final, com a maior parcela desses resíduos concentrada no estado de São Paulo (IPEA, 2012). O aumento da produção industrial de alimentos está diretamente relacionado ao crescimento do mercado nos próximos anos, o que resulta no acúmulo de resíduos e efluentes que as indústrias enfrentam. Algumas indústrias alimentícias chegam a gerar mais da metade de resíduos em comparação com a matéria-prima utilizada (Souza *et al.*, 2018; Jiménez-Castro *et al.*, 2020). Além dos problemas com resíduos e efluentes industriais, a demanda crescente por energia em todos os setores, incluindo o industrial, tem levado ao uso indiscriminado de

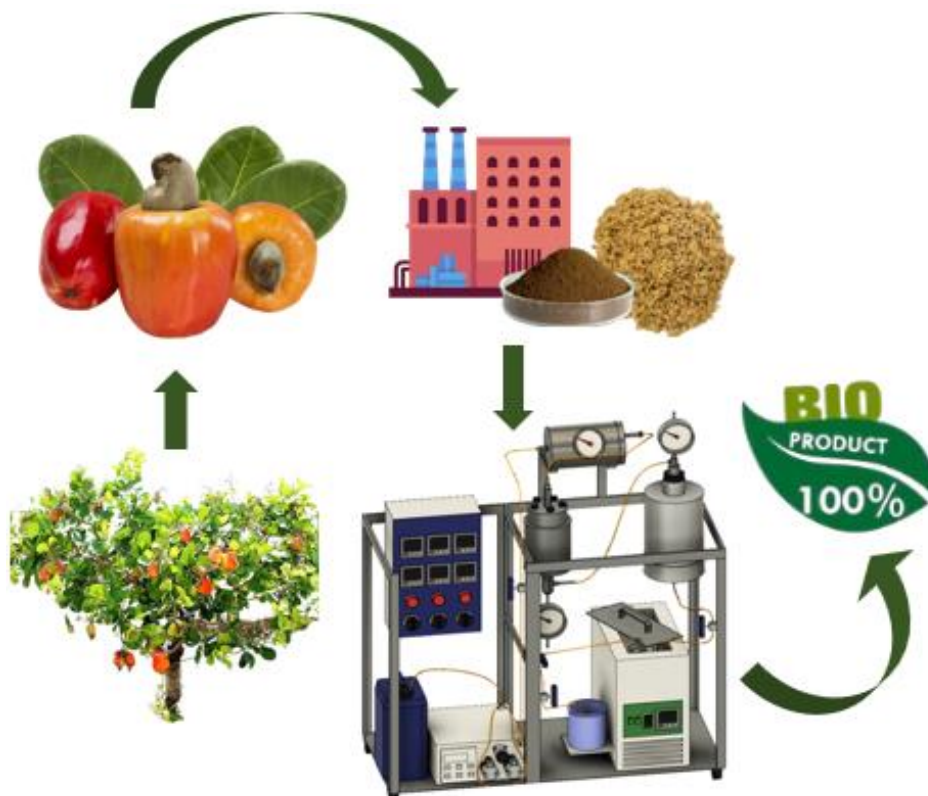
combustíveis fósseis e às mudanças climáticas causadas pelas emissões de gases de efeito estufa. Embora o Brasil possua uma das matrizes energéticas mais limpas do mundo, ainda há uma alta dependência de fontes não renováveis.

Estudos sobre a valorização do caju (Figura 1) como uma cultura nativa rica em compostos antioxidantes, betalanina, pectina, antocianina, compostos fenólicos, compostos bioativos e quitosana vêm sendo realizados. Além de ser uma cultura econômica importante em muitas regiões tropicais, o caju oferece subprodutos valiosos como a castanha e o pseudofruto, que têm aplicações na indústria alimentícia, farmacêutica e cosmética. A valorização do caju pode contribuir para o desenvolvimento sustentável de comunidades rurais, ajudando a minimizar desperdícios e maximizar benefícios econômicos e ambientais (Junqueira *et al.*, 2002; Bastos *et al.*, 2006).



**Figura 1.** Ilustração do fruto caju.  
**Fonte:** Essencial Ingredientes, 2024.

Diante desse contexto, o objetivo deste trabalho é estudar a extração em água subcrítica das cascas de caju provenientes das indústrias de processamento de suco e geleia. Será proposta uma metodologia de preparo de amostra para extração que seja ideal para o processo que utiliza solvente “água” visando um processo sustentável e amigo do meio ambiente, conforme exemplificado na Figura 2 abaixo.



**Figura 2.** Fluxograma do processo global de obtenção do caju e extração dos compostos.

**Fonte:** Autores, 2024.

## METODOLOGIA:

Com base em dados de estudos e pesquisas realizadas no Brasil, será selecionada uma unidade de processamento de caju no Laboratório BIOTAR, situado na Faculdade de Engenharia de Alimentos (UNICAMP), para servir como modelo de pesquisa. Para a extração de compostos fitoquímicos da casca de caju em água subcrítica, a pressão foi mantida acima de 12 MPa, a vazão de alimentação entre 3 e 4 mL/min, a quantidade de substrato em 10 ou 12 g, variando apenas a temperatura. As amostras foram coletadas a cada 2 minutos, por um período de 30 minutos e armazenadas para análises posteriores, gerando 10 tratamentos com diferentes temperaturas entre 80 e 120 °C e diferentes concentrações da alimentação (casca de caju triturada) por vazão do solvente (água).

O objetivo foi estudar a extração em água subcrítica das cascas de caju com diversos preparos de amostra para extração com solvente “água” visando um processo sustentável e amigo do meio ambiente. Ao final, a concentração de pectina foi quantificada.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

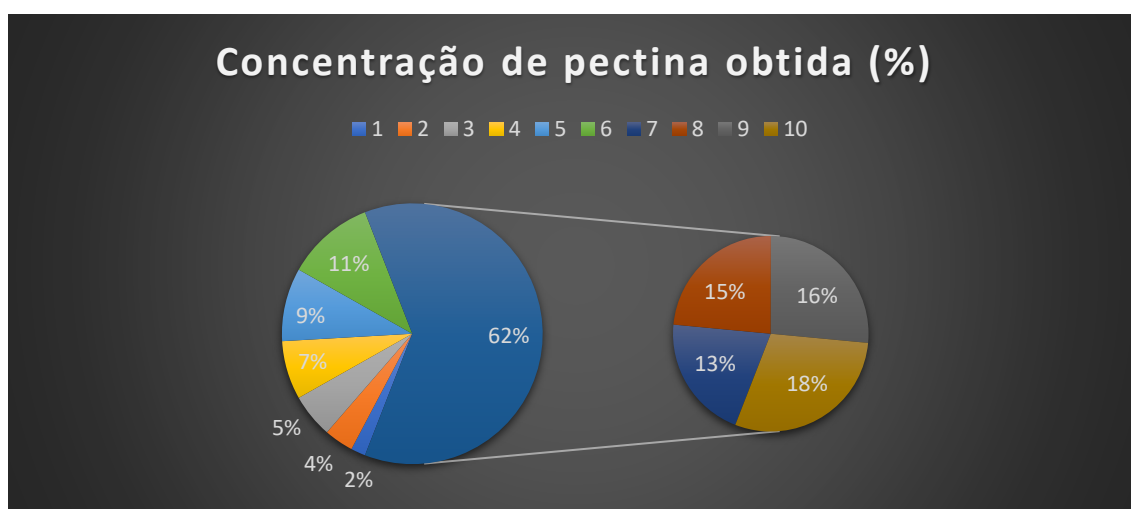
Os resultados mostraram que a extração de compostos bioativos das cascas de caju revelou importantes aplicações industriais e farmacêuticas, dado o alto teor de antioxidantes e outras substâncias benéficas presentes nesse subproduto. A preparação da matéria-prima foi uma etapa crucial para garantir a eficiência do processo de extração, as cascas lavadas e secas em estufas controlada, para reduzir o teor de umidade, depois trituradas até obter um pó fino, para depois submetido a diferentes métodos de extração (Figura 3).



**Figura 3.** Figuras da matéria-prima de caju.

Fonte: Autores, 2024.

Após a extração o produto final foi a pectina. A pectina extraída, precipitada/isolada e seca foi submetida a análises químicas que permitiu identificar os grupos funcionais presentes nas amostras de pectina e determinar o grau de esterificação (GE). Os resultados mostram que foi possível alcançar o objetivo da pesquisa era utilizar de obter pectina a partir de um resíduo orgânico. A maior concentração corresponde a 62% a mais de pectina (azul) se comparada com os outros tratamentos (Figura 4). Este resultado é excelente após o processo de extração utilizando água como solvente. Este alto rendimento indica a eficácia do método de extração, mostrando que a água, além de ser um solvente acessível e ambientalmente amigável, é capaz de isolar uma quantidade significativa de pectina das matérias-primas. Esse resultado é particularmente relevante para a indústria alimentícia e farmacêutica, onde a pectina de alta qualidade é valorizada por suas propriedades gelificantes e estabilizadoras.



**Figura 4.** Concentração de pectina obtida conforme os tratamentos de extração.

Fonte: Autores, 2024.

A obtenção de uma concentração tão elevada também sugere que o processo de extração pode ser escalável e economicamente viável, tornando-o uma opção atraente para a produção comercial de pectina. Além disso, o uso de água como solvente minimiza o impacto ambiental, alinhando-se com práticas sustentáveis e regulamentos ambientais cada vez mais rigorosos.

## CONCLUSÕES:

- ✓ Preparação adequada da matéria-prima foi essencial para maximizar o rendimento e a qualidade dos extratos obtidos, permitindo uma análise mais precisa de suas propriedades e potencial aplicação;
- ✓ A maior concentração corresponde a 62% a mais de pectina (azul) se comparada com os outros tratamentos.

## BIBLIOGRAFIA:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS - ABIA. Relatório anual 2019. , 2019. Disponível em: [https://www.abia.org.br/downloads/relatorioAnual\\_2020.pdf](https://www.abia.org.br/downloads/relatorioAnual_2020.pdf). Acesso em: 30 jul. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS - ABIA. Sustentabilidade. Disponível em: <https://www.abia.org.br/sustentabilidade>. Acesso em: 1 out. 2023.

Bastos, Débora Costa, *et al.*; "Propagação do caju vermelha por estaquia." *Ciência e Agrotecnologia* 30 (2006): 1106-1109.

BRASIL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT ISO 14040:2009 Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura. Rio de Janeiro, Brasil: ABNT, 2014a. Disponível em: [www.abnt.org.br](http://www.abnt.org.br)>ISBN:978-85-07-01532-1.

BRASIL. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 14044:2009 **Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Requisitos e orientações**. Rio de Janeiro, Brasil: ABNT, 2014b. Disponível em: [www.abnt.org.br](http://www.abnt.org.br)>ISBN:978-85-07-01533-8.

BUSSOLO DE SOUZA, C. *et al.* Characterization and in vitro digestibility of by-products from Brazilian food industry: Cassava bagasse, orange bagasse and passion fruit peel. **Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre**, v. 16, n. July, p. 90–99, out. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.bcdf.2018.08.001>.

**ESSENCIAL INGREDIENTES**. Disponível em: <https://essencialingredientes.com.br/produto/aroma-identico-ao-natural-de-caju-duas-rodas/>. Acesso em: 30 jul. 2024.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Balço Energético Nacional 2020**: Ano base 2019. Rio de Janeiro: EPE, 2020.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO - FAPESP. Programa FAPESP de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais - PPFPMCG. FAPESP, 2020. Disponível em: <https://fapesp.br/pfpmcg/planopfpmcg.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2024.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA - IPEA. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Industriais**. Brasília - DF: , 2012. Disponível em: [http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/relatoriospesquisa/120927\\_relatorio\\_residuos\\_solidos\\_industriais.pdf](http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/relatoriospesquisa/120927_relatorio_residuos_solidos_industriais.pdf). Acesso em: 30 jul. 2024.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC. Summary for Policymakers. In: MASSON-DELMOTTE, V. *et al.* (Org.). *Global Warming of 1.5°C*. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland: In Press, 2018. p. 24.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY - IEA. **Key World Energy Statistics 2020**. OECD, 2020. 81 p.

JUNQUEIRA, Keize Pereira, *et al.* "Informações preliminares sobre uma espécie de caju do cerrado." *Embrapa Cerrados-Documents (INFOTECA-E)* (2002).