

## ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA NA EXTRAÇÃO DA PECTINA ATRAVÉS DE RESÍDUOS DA PRODUÇÃO DO SUCO DE LARANJA

Ana C.D. de Mesquita<sup>1</sup>; Nian I.F.Queiroz<sup>1</sup>; Davi do S.B. Brasil<sup>1</sup>;

<sup>1</sup> Universidade Federal do Pará;

E-mail: [ana.mesquita@itec.ufpa.br](mailto:ana.mesquita@itec.ufpa.br)

**Palavras-Chave:** Viabilidade econômica, resíduos agroindustriais, economia circular.

### Introdução

A cadeia produtiva do suco de laranja é uma das mais relevantes do agronegócio mundial, movimentando bilhões de dólares por ano e consolidando-se como setor estratégico para países produtores, em especial o Brasil, que responde por mais de 70% das exportações globais de suco concentrado congelado (CitrusBR, 2023). A produção mundial supera 80 milhões de toneladas anuais de fruta processada (FAO, 2023), gerando um subproduto abundante: os resíduos sólidos da laranja, que correspondem a aproximadamente 50% do peso da fruta, compostos por cascas, sementes e polpa. Esses resíduos apresentam elevado teor de umidade e carga orgânica, configurando-se como passivos ambientais com alto potencial poluidor quando descartados de forma inadequada (Rezzadori; Benedetti; Amante, 2012).

Nesse contexto, torna-se essencial desenvolver estratégias de valorização desses subprodutos, alinhando sustentabilidade e geração de receita. Entre as diversas alternativas de aproveitamento, destaca-se a extração de pectina, um polissacarídeo natural presente na parede celular de frutas cítricas e maçãs, amplamente reconhecido por suas propriedades gelificantes, estabilizantes e espessantes. A pectina possui alto valor agregado e relevância estratégica tanto no cenário nacional quanto internacional. Globalmente, o mercado de pectina movimenta mais de US\$ 1,2 bilhão por ano, com crescimento impulsionado pela demanda das indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética (Mishra et al., 2020). No Brasil, embora o país seja o maior produtor de laranja do mundo, a maior parte da pectina consumida é importada, configurando uma dependência externa que poderia ser revertida pela valorização dos resíduos citrícolas.

A importância da pectina deve-se principalmente à sua ampla gama de aplicações industriais. No setor alimentício, é utilizada na produção de geleias, compotas, iogurtes, bebidas, doces e produtos dietéticos, atuando como gelificante, estabilizante e agente de textura (Thakur et al., 1997). Na indústria farmacêutica, a pectina é empregada em formulações de liberação controlada de fármacos, cápsulas gastro-resistentes e produtos para tratamento de distúrbios gastrointestinais devido às suas propriedades bioativas e de biocompatibilidade (Sriamornsak, 2011). Já no setor cosmético, é utilizada em cremes, loções e produtos de higiene pessoal como espessante natural, substituindo polímeros sintéticos e alinhando-se à tendência de consumo por ingredientes de origem sustentável (Ciriminna et al., 2017). Além disso, estudos recentes apontam potenciais aplicações da pectina em biomateriais e embalagens biodegradáveis, reforçando sua relevância na economia circular e em processos industriais ambientalmente responsáveis.

O aproveitamento do albedo — parte branca interna da casca da laranja — como fonte de pectina apresenta-se como uma oportunidade estratégica, tanto para reduzir os impactos ambientais da indústria citrícola quanto para agregar valor econômico. Um ponto crucial é a avaliação da viabilidade econômica da produção de pectina a partir desses resíduos. A instalação de unidades industriais exige investimentos consideráveis (CapEx) em equipamentos como tanques, aquecedores, centrífugas e sistemas de precipitação, além dos custos operacionais (OpEx) com energia, reagentes, mão de obra e tratamento de efluentes. Portanto, a análise de indicadores financeiros, como Payback e Taxa Interna de Retorno (TIR), é fundamental para comprovar a atratividade do processo e orientar potenciais investidores e

gestores da indústria química. Neste cenário, a integração de técnicas de otimização de processos, como balanços de massa e energia e aproveitamento de subprodutos para cogeração energética (ex.: biogás), pode reduzir custos e aumentar a competitividade da produção nacional de pectina.

Portanto, a presente pesquisa busca analisar de forma integrada a viabilidade técnica e econômica da extração de pectina a partir do albedo da *Citrus sinensis*, comparando diferentes métodos de extração e projetando indicadores econômicos que evidenciem o potencial do Brasil em se consolidar como produtor e exportador de pectina, reduzindo dependências externas e promovendo sustentabilidade na indústria de suco de laranja.

### Metodologia

O estudo experimental seguiu o protocolo já estabelecido para extração de pectina a partir do albedo da *Citrus sinensis*, e foi avaliada por métodos a quente e a frio, ambos utilizando ácido cítrico como agente acidificante. O método térmico, com aquecimento a 100 °C, potencializou a quebra da protopectina e a solubilização da pectina, resultando em maior rendimento (22,77%) em comparação ao método a frio (19,22%), que dependeu do ajuste de pH para 2,5 para viabilizar a extração em temperatura ambiente. Os resultados são compatíveis com dados da literatura (Deitos et al., 2014) e indicam que o calor, aliado à acidez, aumenta significativamente a eficiência de extração, enquanto o método a frio, embora menos produtivo, permanece como alternativa viável. Para a análise econômica, considerou-se o custo de implantação (CapEx) de um sistema de extração e precipitação industrial. O Custo Operacional (OpEx) incluiu energia, reagentes (ácido cítrico, etanol), mão de obra e tratamento de efluentes, estimados com base em dados da indústria citrícola. A análise financeira, incluindo os indicadores de Payback e Taxa Interna de Retorno (TIR), foi estimada com base em dados de literatura e informações de mercado previamente publicadas, permitindo avaliar a viabilidade econômica do processo de extração de pectina. Adicionalmente, utilizaram-se dados de que, para cada tonelada de suco de laranja produzida, aproximadamente 500 kg de resíduos sólidos são gerados, potencialmente aproveitáveis para obtenção de pectina.

### Resultados e Discussão

O consumo global de pectina varia conforme a região, sendo liderado pela Europa e América do Norte, enquanto a Ásia-Pacífico apresenta o maior crescimento. A Tabela 1 resume essa distribuição.

Tabela 1: Distribuição global do consumo de pectina

Região	Receita estimada USD	Participação no mercado
Europa	520 milhões (2024)	Maior consumidor global
América do norte	340 – 480 milhões (2023)	Segundo maior consumidor
Ásia	270 – 320 milhões (2023)	Região crescente (7%)
América Latina	100 milhões (2023)	Demanda emergente
Oriente médio	150 milhões (2023)	Mercado pequeno

Fonte: Growth Market Reports – Relatório global da indústria de pectina.

Com base nos dados apresentados, fica evidente que o mercado global de pectina não apenas é robusto, mas também está em franca expansão, com projeções consistentes de crescimento especialmente em economias emergentes. A Europa mantém sua posição dominante, representando um mercado maduro e consolidado, enquanto a Ásia surge como o epicentro de novas oportunidades, impulsionada por mudanças nos hábitos de consumo, urbanização e aumento do poder aquisitivo. A América Latina, embora ainda represente uma fatia modesta do consumo global, é categorizada como região de demanda emergente – o que, somado ao potencial produtivo do Brasil, sinaliza uma janela estratégica única. Essa conjuntura

ressalta a urgência e a viabilidade de o Brasil não apenas internalizar sua produção de pectina, mas também posicionar-se como player global no setor. Atualmente, o país paradoxalmente depende de importações do insumo, mesmo sendo o maior produtor mundial de laranja – o que representa uma falha de cadeia produtiva com consequências econômicas e ambientais.

A seguir, apresentam-se os cálculos e estimativas detalhadas utilizados para avaliar o potencial técnico e econômico da extração de pectina a partir do albedo da laranja.

#### Cálculos detalhados e referenciados:

De acordo com Rezzadori, Benedetti e Amante (2012), a produção de suco de laranja gera em média 50% do peso processado em resíduos sólidos, com alto teor de umidade. Assim, para uma produção mensal de 1.000 toneladas de suco, estimam-se 500 toneladas de resíduos. E dados de mercado indicam que, em 2024, a pectina exportada pelo Brasil foi comercializada entre US\$ 9,87 (BRL R\$ 53,45) e US\$ 23,00 (BRL R\$124,55) por quilograma (Tridge, 2024). A média de preço é BRL R\$89,00 por quilograma de pectina.

Considerando o rendimento de pectina pelo método a quente (22,77%), obtém-se:

$$\text{Massa de pectina} = 500 \text{ toneladas} \times 0,2277 = 113,85 \text{ toneladas/mês.}$$

Convertendo para quilogramas: 113.850 kg/mês.

Com preço médio de mercado da pectina no Brasil estimado em R\$ 89,00/kg (dados adaptados de importadores nacionais, 2024),

$$\text{Receita bruta} = 113.850 \text{ kg} \times \text{R\$ } 89,00/\text{kg} = \text{R\$ } 10.132.650,00/\text{mês.}$$

$$\text{Receita anual bruto potencial} = \text{R\$ } 121.591.800,00.$$

Para estimativa de custos operacionais (OpEx), considerou-se:

- Reagentes (ácido cítrico e etanol): ~R\$ 350.000/mês.
- Energia térmica e elétrica: ~R\$ 120.000/mês.
- Mão de obra e manutenção: ~R\$ 200.000/mês.

OpEx total estimado: R\$ 670.000/mês.

Considerando um Custo de Capital (CapEx) para implantação da unidade de extração de pectina de R\$ 150.000.000,00 (equipamentos, instalação e infraestrutura), o Payback estimado é de aproximadamente 2 anos, e a Taxa Interna de Retorno (TIR) projetada ultrapassa 35%. Além disso, a integração energética com aproveitamento de biogás produzido a partir da fração orgânica pode reduzir custos de energia em até 15% (USP, 2019), aumentando ainda mais a atratividade econômica.

#### Conclusão

A extração de pectina a partir do albedo da *Citrus sinensis*, especialmente pelo método a quente, demonstrou não apenas maior rendimento, mas também alta viabilidade econômica quando integrada ao contexto industrial da produção de suco de laranja. A utilização de resíduos sólidos, que representam 50% do peso da fruta processada, reduz impactos ambientais e possibilita a geração de receitas expressivas. A análise de CapEx, OpEx, Payback e TIR confirmou a atratividade do investimento, principalmente quando associada a estratégias de otimização de plantas químicas, como integração energética e reaproveitamento de subprodutos. Dessa forma, o aproveitamento de resíduos na indústria citrícola pode consolidar-se como um modelo de economia circular, sustentável e rentável.

#### Referências

CARGILL. *Cargill expands global pectin footprint with opening of \$150 million Brazilian facility*. 2021. Disponível em: <https://www.cargill.com/2021/cargill-expands-global-pectin-footprint-with-opening-of-%24150-mil>. Acesso em: 20 ago. 2025.

DEITOS, A. et al. Avaliação do resíduo casca de laranja na obtenção de pectina e óleo essencial. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE QUALIDADE AMBIENTAL, 9., 2014, Porto Alegre.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Food and Agricultural commodities production. 2023. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.

FOODNAVIGATOR-USA. *Cargill opens \$150m pectin production facility in Brazil, becomes world's second largest producer.* 2021. Disponível em: <https://www.foodnavigator-usa.com/Article/2021/09/09/Cargill-opens-150m-pectin-production-facility-in-Brazil-becomes-world-s-second-largest-producer/>. Acesso em: 20 ago. 2025.

GROWTH MARKET REPORTS. *Pectin Market Size, Share, Trends, Growth, Forecast 2024–2032.* 2024. Disponível em: <https://growthmarketreports.com/report/pectin-market-global-industry-analysis>. Acesso em: 21 ago. 2025.

INVESTMENT MONITOR. *Cargill opens \$150m pectin production facility in Brazil.* 2021. Disponível em: <https://www.investmentmonitor.ai/news/cargill-opens-150m-pectin-production-facility-in-brazil/>. Acesso em: 20 ago. 2025.

PAPADOPOULOS, A. I. et al. *Pectin Production from Citrus Peels – Process Modeling and Techno-Economic Assessment (TEA) with SuperPro Designer.* ResearchGate, 2020. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/340681460\\_Pectin\\_Production\\_from\\_Citrus\\_Peels\\_-Process\\_Modeling\\_and\\_Techno-Economic\\_Assessment\\_TEA\\_with\\_SuperPro\\_Designer](https://www.researchgate.net/publication/340681460_Pectin_Production_from_Citrus_Peels_-Process_Modeling_and_Techno-Economic_Assessment_TEA_with_SuperPro_Designer). Acesso em: 20 ago. 2025.

PECTIN. *Pectin production plant.* 2021. Disponível em: <https://1pectin.com/pectin-production-plant/>. Acesso em: 20 ago. 2025.

REZZADORI, K.; BENEDETTI, S.; AMANTE, E. R. Proposals for the residues recovery: Orange waste as raw material for new products. *Food and Bioproducts Processing*, v. 90, p. 606–614, 2012.

TRIDGE. *Price for Pectins in Brazil.* Disponível em: <https://dir.tridge.com/prices/pectins/BR>. Acesso em: 14 ago. 2025.

USP. Modelagem e avaliação de processos de valorização de resíduos cítricos. Tese de Doutorado, Escola Politécnica, 2019.

WORLD BAKERS. *Cargill invests USD150m in pectin facility.* 2021. Disponível em: <https://www.worldbakers.com/businesses/cargill-invests-usd150m-in-pectin-facility/>. Acesso em: 20 ago. 2025.