

TECNOLOGIAS NÃO TÉRMICAS PARA CONSERVAÇÃO DA ÁGUA DE COCO: ALTERNATIVAS AO UHT NA INATIVAÇÃO DE ENZIMAS OXIDATIVAS

Juliana Allievi¹; Rogério Daltoé¹; Taxis Regina Bau¹

¹Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos (PPGTAL-FB/LD), Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Francisco Beltrão - PR.

Contato/email: juliana.allievi@gmail.com / rogeriodaltoe@alunos.utfpr.edu.br / taxisbau@utfpr.edu.br

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17583783>



Tecnologias não térmicas como ultrafiltração, APH, UV-C e micro-ondas despontam como alternativas ao UHT, preservando frescor, nutrientes e qualidade sensorial da água de coco.

INTRODUÇÃO

Um dos maiores desafios no processamento da água de coco consiste em garantir sua estabilidade microbiológica e sensorial, sem o uso de conservantes químicos ou aditivos artificiais (Chourio *et al.*, 2018). Embora naturalmente estéril no interior do fruto, a água de coco torna-se altamente perecível após a abertura, em razão de sua baixa acidez e elevada concentração de nutrientes. Essa combinação a torna um meio favorável à proliferação microbiana e à ação de enzimas oxidativas, como a polifenoloxidase (PPO) e a peroxidase (POD) (Syahputri *et al.*, 2021). Essas enzimas e a multiplicação microbiana são os principais responsáveis por reações de escurecimento e alterações indesejáveis na cor, sabor, produção de gás e diminuição do valor nutricional do produto, mesmo quando armazenado sob refrigeração (Chourio *et al.*, 2018).

A pasteurização por temperatura ultraelevada (UHT) é atualmente o método mais utilizado para garantir a segurança da água de coco comercial. No entanto, por envolver o uso intensivo de calor, esse



processo compromete as características sensoriais da bebida, reduzindo o frescor e afetando negativamente a aceitação do consumidor (Yannam *et al.*, 2020; Chourio *et al.*, 2018).

Nesse contexto, vêm sendo exploradas tecnologias não térmicas e métodos emergentes de preservação, com o objetivo de inativar enzimas deteriorantes sem comprometer as propriedades naturais da bebida. Entre essas abordagens, destaca-se a ultrafiltração, a aplicação de radiação UV-C, a alta pressão hidrostática (APH) e o aquecimento por micro-ondas. Esses métodos têm demonstrado resultados promissores na preservação da qualidade físico-química e sensorial da água de coco, tornando-se objeto de estudo e inovação na indústria de bebidas funcionais.

DESENVOLVIMENTO E DISCUSSÃO

Importância da água de coco

A água de coco tem se consolidado como uma bebida amplamente consumida no Brasil e, mais recentemente, tem despertado interesse internacional. Esse crescimento se deve ao seu sabor agradável e às qualidades nutricionais, como baixa acidez, teor equilibrado de açúcares e elevada concentração de minerais, com efeito isotônico, tornando-a uma excelente opção para reidratação. No entanto, essas mesmas características tornam a bebida altamente perecível após a abertura, favorecendo o crescimento microbiano, o desenvolvimento de esporos e a ação de enzimas oxidativas (Chourio *et al.*, 2018; Syahputri *et al.*, 2021).

Atividade enzimática em água de coco

A maior limitação à estabilidade da água de coco está relacionada à atuação das enzimas polifenoloxidase (PPO) e peroxidase (POD). Devido à elevada resistência térmica, estas enzimas podem resistir a tratamentos térmicos brandos e induzir alterações na coloração do produto ao longo do armazenamento, mesmo sob refrigeração. Entre as alterações mais comuns estão o surgimento de tons amarelados, acastanhados ou rosados, que comprometem a aparência e a aceitabilidade do produto (Chourio *et al.*, 2018; Yannam *et al.*, 2020).

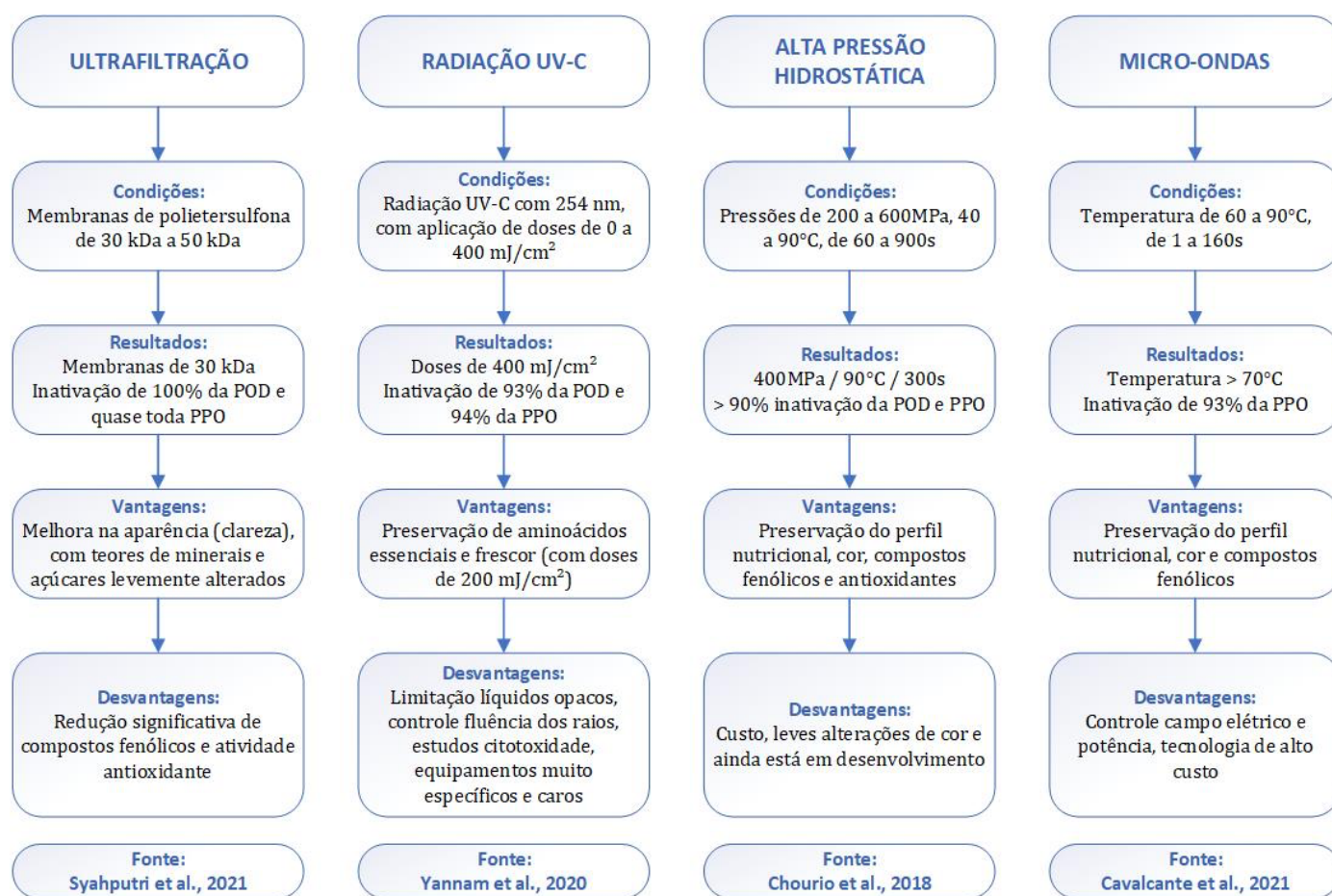
O método convencional mais utilizado para produção comercial de água de coco é a pasteurização por temperatura ultraelevada (UHT), que opera entre 130 e 150 °C por no mínimo 4 segundos. Apesar de eficaz na inativação enzimática e microbiológica, esse processo afeta negativamente o sabor delicado da bebida, reduzindo sua atratividade e aceitação comercial (Chourio *et al.*, 2018).



Tendências Tecnológicas

Diante disso, métodos não térmicos têm sido investigados por sua capacidade de preservar as características sensoriais e físico-químicas da água de coco (Yannam *et al.*, 2020). Entre as alternativas promissoras destacam-se os estudos realizados conforme Figura 1.

Figura 1. Apresentação de estudos com métodos alternativos para o tratamento enzimático de água de coco.



Fonte: Autores, 2025.

Os métodos alternativos de conservação ultrafiltração, radiação UV-C, alta pressão hidrostática (APH) e micro-ondas apresentam vantagens importantes em termos de preservação de nutrientes, frescor e qualidade sensorial, mas também trazem limitações e custos que precisam ser considerados antes da utilização em escala industrial.

A ultrafiltração melhora a aparência e remove enzimas, porém, além do investimento inicial elevado, o processo pode sofrer com o entupimento frequente das membranas, exigindo limpeza e



reposição periódica. A radiação UV-C se destaca pela preservação do frescor e aminoácidos essenciais, mas tem baixa penetração em líquidos turvos e demanda trocas regulares de lâmpadas.

A APH é uma tecnologia avançada que mantém o perfil nutricional e a cor dos alimentos, mas envolve equipamentos volumosos e extremamente caros, além de demandar manutenção especializada e mão de obra qualificada. Já o uso de micro-ondas aquece rápido e preservam compostos fenólicos, no entanto, podem gerar aquecimento irregular e alto consumo de energia. Portanto, embora modernas e eficazes, essas tecnologias exigem análise criteriosa de custos, escala e aplicação para viabilidade industrial.

Tecnologias não térmicas em água de coco: potencial, vantagens e desafios

A aplicação de tecnologias não térmicas como ultrafiltração, alta pressão hidrostática (APH), radiação UV-C e micro-ondas apresentam grande potencial para a indústria de água de coco, pois permite preservar melhor as características sensoriais e nutricionais do produto, além de aumentar a vida útil sem gerar sabores ou odores indesejados, comuns em tratamentos térmicos convencionais. Essas tecnologias oferecem uma abordagem moderna e eficaz para a conservação de alimentos, agregando valor e vida útil ao produto, atendendo à crescente demanda por bebidas naturais e saudáveis com diversificação de portfólio, além de promover eficiência energética, sustentabilidade e flexibilidade nos processos industriais (Lopes *et al.*, 2024).

No entanto, a adoção em larga escala enfrenta gargalos importantes como alto custo inicial de equipamentos e complexidade operacional (Lopes *et al.*, 2024), além da ausência de regulamentações e padrões técnicos consistentes para métodos não térmicos o que gera incertezas quanto à sua aplicação segura e padronizada, dificultando a aprovação e comercialização dos produtos processados por métodos inovadores (Khojasteh *et al.*, 2025). Superar esses obstáculos exige investimentos em pesquisa e desenvolvimento tecnológico, assim como o diálogo com órgãos reguladores para garantir segurança, viabilidade econômica e competitividade internacional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os métodos não térmicos — como ultrafiltração, radiação UV-C, alta pressão hidrostática e tratamento por micro-ondas — têm demonstrado elevado potencial na inativação de enzimas oxidativas presentes na água de coco, preservando, ao mesmo tempo, suas características sensoriais e nutricionais. Cada tecnologia apresenta vantagens específicas, como maior retenção de compostos bioativos, estabilidade de cor e preservação do sabor. Em comparação aos processos térmicos convencionais de pasteurização ou esterilização, essas abordagens configuram alternativas promissoras, embora ainda exijam estudos complementares que comprovem sua aplicabilidade em



escala industrial, especialmente quanto à segurança, estabilidade e viabilidade econômica. A otimização desses processos — por meio do desenvolvimento de novos materiais para membranas, aprimoramento do design de equipamentos e integração tecnológica — poderá viabilizar sua implementação efetiva. Dessa forma, espera-se que a adoção de métodos não térmicos contribua para a sustentabilidade da cadeia produtiva, assegurando o controle microbiológico, a preservação das propriedades funcionais e a aceitação do consumidor.

REFERÊNCIAS

CAVALCANTE, Tiago A. B. B. *et al.* Inactivation of polyphenol oxidase by microwave and conventional heating: investigation of thermal and non-thermal effects of focused microwaves. **Food Chemistry**, [S.L.], v. 340, p. 127911, mar. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127911>

CHOURIO, Angelica M. *et al.* Inactivation of peroxidase and polyphenoloxidase in coconut water using pressure-assisted thermal processing. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, [S.L.], v. 49, p. 41-50, out. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ifset.2018.07.014>

KHOJASTEH, Sara Keshvari *et al.* Non-thermal innovations in solid food processing: eco-friendly alternatives to thermal methods. **Applied Food Research**, [S.L.], v. 5, n. 2, p. 1-21, dez. 2025. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.afres.2025.101256>.

LOPES, Maria Geovana de Jesus *et al.* Impacto das Tecnologias Não Térmicas na Conservação de Alimentos: segurança microbiológica, qualidade e sustentabilidade - uma revisão. **Aracê**, [S.L.], v. 6, n. 4, p. 17971-17985, 24 dez. 2024. Seven Events. <http://dx.doi.org/10.56238/arev6n4-405>.

SYAHPUTRI, G.A. *et al.* Ultrafiltration for the separation of polyphenol oxidase and peroxidase and its effect on physicochemical and antioxidant properties of coconut (Cocos nucifera L.) water. **Food Research**, [S.L.], v. 5, n. 4, p. 163-172, 25 jul. 2021. Rynnye Lyan Resources. [http://dx.doi.org/10.26656/fr.2017.5\(4\).013](http://dx.doi.org/10.26656/fr.2017.5(4).013)

YANNAM, Sudheer Kumar *et al.* Effect of UV-C irradiation on the inactivation kinetics of oxidative enzymes, essential amino acids and sensory properties of coconut water. **Journal of Food Science and Technology**, [S.L.], v. 57, n. 10, p. 3564-3572, 13 abr. 2020. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s13197-020-04388-4>

