

ARTIGO TÉCNICO

DESAFIOS DA APLICAÇÃO DO AQUECIMENTO ÔHMICO NA INDÚSTRIA ALIMENTÍCIA E SUAS VANTAGENS EM RELAÇÃO AO MÉTODO DE CONSERVAÇÃO TRADICIONAL

Autores: Ennio Junio de Oliveira Melo, Deybiane Souza Santos, Geovana Rocha Plácido¹

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde

Autor para correspondência (email): enniojunnio@gmail.com



★ DESTAQUE

O Aquecimento ôhmico reduz o tempo de processamento e preserva compostos bioativos, mas sua adoção na indústria depende da matriz energética, dos custos e da condutividade do alimento.

1. INTRODUÇÃO

O processamento de alimentos desempenha um papel fundamental na indústria alimentícia, contribuindo para a segurança microbiológica e o aumento da vida útil de produtos alimentícios mais perecíveis. A etapa de descontaminação é uma das que mais consomem energia e geram impactos ambientais. Processos como pasteurização e esterilização fazem parte da rotina industrial e dependem diretamente do uso de calor. O problema é que essas etapas estão entre as que mais

consomem energia, o que levanta uma discussão importante sobre impacto ambiental e sustentabilidade.

Apesar de ser um método de conservação com elevado investimento inicial, o aquecimento ôhmico tem se destacado como uma tecnologia inovadora para o processamento e conservação de alimentos, incluindo polpas e sucos de frutas, por promover aquecimento rápido e uniforme por meio da passagem de corrente elétrica através do alimento (Jafarpour *et al.*, 2022).

Embora apresente vantagens significativas, essa tecnologia ainda enfrenta limitações relacionadas ao alto custo de implantação, à corrosão dos eletrodos e à necessidade de estudos em escala industrial. Ainda assim, seus benefícios na preservação da qualidade dos alimentos, na retenção de compostos bioativos e na redução do tempo de processamento demonstram seu potencial para aplicação na indústria de alimentos (Jafarpour *et al.*, 2022).

2. DESENVOLVIMENTO E DISCUSSÃO

O aquecimento ôhmico é uma tecnologia que se baseia na transformação de energia elétrica em energia térmica por efeito Joule, sendo fortemente influenciado pela condutividade elétrica do alimento, sua composição iônica e o contexto em que foi aplicada. Esse método proporciona aquecimento volumétrico, o que contribui para a redução de gradientes de temperatura e maior eficiência, especialmente em sistemas heterogêneos ou com alta concentração. Contudo, variações na condutividade elétrica entre diferentes matrizes alimentares e o formato do equipamento que for utilizado podem dificultar o controle do processo, ocasionando no aquecimento desigual do alimento a ser conservado e impedindo a padronização adequada das condições operacionais (Paini *et al.*, 2023).

Essa tecnologia vem sendo amplamente estudada e testada em alimentos por já ser comprovado que ajuda a melhorar características sensoriais como cor, textura e sabor. Além de apresentar efeitos antimicrobianos, o que leva a aumentar a vida útil do alimento a ser conservado. No Brasil, o aquecimento ôhmico ainda se encontra predominantemente em fase de pesquisa e desenvolvimento, com aplicações industriais limitadas. No entanto, apresenta elevado potencial de utilização, especialmente no processamento de frutas e produtos líquidos, devido sua capacidade de preservar compostos bioativos e melhorar a qualidade final dos alimentos. O quadro a seguir sintetiza os principais fatores referentes a utilização dessa tecnologia.

Quadro 1 - Aspectos positivos e negativos do uso do aquecimento ôhmico em diferentes parâmetros.

ASPECTO	VANTAGENS	DESVANTAGENS
 Eficiência térmica	✓ Aquecimento rápido e uniforme (geração volumétrica de calor).	✗ Pode haver não uniformidade em alimentos com baixa condutividade elétrica.
 Qualidade do alimento	✓ Melhor retenção de nutrientes e compostos bioativos.	✗ Possíveis alterações sensoriais em condições inadequadas.
 Tempo de processamento	✓ Redução significativa do tempo de processamento.	✗ Controle preciso é necessário para evitar superaquecimento.
 Consumo de energia	✓ Alta eficiência energética.	✗ Dependente da fonte elétrica (impacto ambiental variável).
 Aplicação industrial	✓ Adequado para alimentos líquidos, semissólidos e particulados.	✗ Alto custo inicial de equipamentos.
 Segurança microbiológica	✓ Eficiente na inativação de microrganismos.	✗ Necessidade de validação específica para cada matriz alimentar.
 Operação e controle	✓ Processo relativamente simples e automatizável.	✗ Requer controle rigoroso de parâmetros (voltagem, condutividade, temperatura).
 Impacto ambiental	✓ Pode ser sustentável com energia renovável.	✗ Maior impacto se a matriz energética for baseada em combustíveis fósseis.
 Interação com o equipamento	✓ Menor incrustação (fouling) comparado a métodos convencionais.	✗ Pode ocorrer corrosão de eletrodos e migração de íons metálicos.
 Escalabilidade	✓ Potencial para aplicação industrial crescente.	✗ Ainda limitado em larga escala comercial.

Fonte: Adaptado de Jafarpour *et al.* (2022) e Paini *et al.*, (2023)

Porém, o alto custo para sua aplicabilidade em larga escala e o impacto ambiental mostram ser barreiras para o uso mais frequente dessa tecnologia. Estudos baseados em Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) indicam que o aquecimento ôhmico pode apresentar maior impacto ambiental do que o método convencional em determinados cenários (Paini *et al.*, 2023). Em uma análise comparativa realizada no processamento de tomates na Itália e de pêssegos na Austrália, observou-se que, nesses contextos, o aquecimento ôhmico apresentou impacto ambiental superior ao convencional, o que pode parecer contraditório por se tratar de uma tecnologia mais avançada.

A explicação está na fonte de energia. O aquecimento ôhmico depende diretamente de eletricidade, e em muitos países essa energia ainda é gerada a partir de fontes não renováveis, como carvão e gás natural. Ou seja, mesmo sendo eficiente, seu impacto ambiental depende da origem da energia utilizada. Isso deixa claro que o ponto central não é apenas a tecnologia, mas sim a matriz energética. Em locais onde a energia elétrica vem de fontes mais limpas, como hidrelétrica, nuclear ou solar, o desempenho ambiental do aquecimento ôhmico melhora bastante. Em cenários com uso de energia renovável, principalmente quando essa energia é gerada localmente, os impactos podem ser significativamente reduzidos (Paini *et al.*, 2023).

A escolha da tecnologia depende de diversos fatores, como o tipo de alimento, os custos e a disponibilidade de energia. No contexto brasileiro, o uso do aquecimento ôhmico ainda é limitado e concentrado principalmente em pesquisas acadêmicas, refletindo o estágio de desenvolvimento da tecnologia e os desafios para sua aplicação em escala industrial. Apesar disso, o Brasil apresenta uma vantagem importante devido a matriz energética possuir elevada participação de fontes renováveis, essa tecnologia torna-se ainda mais promissora, contribuindo para sistemas de processamento de alimentos mais sustentáveis. Entretanto, sua aplicação em larga escala ainda depende de avanços tecnológicos e econômicos (EPE, 2023).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aquecimento ôhmico apresenta-se como uma alternativa relevante no processamento de alimentos, principalmente por proporcionar aquecimento mais uniforme e contribuir para a preservação da qualidade dos produtos. Seus benefícios são evidentes, especialmente em alimentos mais sensíveis, onde a manutenção de compostos bioativos é fundamental. No entanto, sua aplicação ainda enfrenta limitações importantes, como o custo de implementação e a dependência da matriz energética, que influencia diretamente seu impacto ambiental. A tecnologia apresenta maior potencial para produtos líquidos e semissólidos com adequada condutividade elétrica, especialmente em cenários com disponibilidade de energia renovável e busca por redução do impacto térmico sobre a qualidade dos alimentos.

Em contextos com menor uso de fontes renováveis, essa tecnologia pode não apresentar vantagens ambientais significativas. Dessa forma, a escolha entre o aquecimento convencional e o ôhmico deve considerar o contexto de aplicação, indicando que sua adoção tende a crescer à medida que o uso de energia limpa se expande.

REFERÊNCIAS

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Balanço Energético Nacional 2023: Ano base 2022. Rio de Janeiro: EPE, 2023. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-748/topico-687/BEN2023.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2026.

JAFARPOUR, D et. al. Ohmic heating application in food processing: Recent achievements and perspectives. **Foods and Raw Materials**, v. 10, n. 2, p. 216–226, 2022. DOI:[10.21603/2308-4057-2022-2-531](https://doi.org/10.21603/2308-4057-2022-2-531). Disponível em: Acesso em: 22/06/2026

PAINI, A et. al. Comparative life cycle assessment of ohmic and conventional heating for fruit and vegetable products: the role of the mix of energy sources. **Journal of Food Engineering**, 2023. DOI: [10.1016/j.jfoodeng.2023.111489](https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2023.111489). Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2023.111489>. Acesso em: 22 abr. 2026.