

## ARTIGO TÉCNICO

# AQUECIMENTO ÔHMICO NO PROCESSAMENTO DE ALIMENTOS: IMPACTOS SOBRE ENZIMAS, COMPOSTOS BIOATIVOS E APLICAÇÕES EM SUCOS DE FRUTAS

Atos Henrique Santos<sup>1</sup>; Geovanna Cruvinel Vian<sup>2</sup>, Geovana  
Rocha Plácido<sup>3</sup>, Leandro Pereira Cappato<sup>4</sup>

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

Autor para correspondência (email):

[geovanna.cruvinel@estudante.ifgoiano.edu.br](mailto:geovanna.cruvinel@estudante.ifgoiano.edu.br)



## DESTAQUE

*O aquecimento ôhmico promove aquecimento uniforme e rápido, contribuindo para maior preservação de compostos bioativos em sucos de frutas.*

## 1. INTRODUÇÃO

Os processos térmicos convencionais são amplamente utilizados na indústria de alimentos para garantir a segurança microbiológica e a estabilidade do produto. No entanto, apresentam limitações importantes, como aquecimento não uniforme, elevado consumo de energia e degradação de compostos sensíveis (Temelkovska Ristevska *et al.*, 2024).

Dessa maneira, surge a necessidade de estudar tecnologias emergentes para minimizar esses efeitos. Nesse cenário, o aquecimento ôhmico (AO) destaca-se por promover aquecimento volumétrico por meio da passagem de corrente elétrica diretamente pelo alimento, resultando em maior uniformidade térmica, menor tempo de processamento e menor impacto sobre os teores nutricionais. Entre os alimentos mais estudados no aquecimento ôhmico, destacam-se os sucos de frutas que apresentam elevada sensibilidade térmica, especialmente quanto à degradação da vitamina C e de compostos antioxidantes. Dessa forma, o aquecimento ôhmico surge como alternativa para preservar características nutricionais e sensoriais durante o processamento (Shao *et al.*, 2021; Mannozi *et al.*, 2019). De acordo com Shao *et al.* (2021), o AO permite o aquecimento rápido e homogêneo dos alimentos por meio do efeito Joule, o que favorece sua adoção em escala industrial.

Além dos efeitos térmicos, o campo elétrico aplicado no aquecimento ôhmico pode influenciar as propriedades estruturais e bioquímicas dos alimentos, contribuindo para a inativação de enzimas e de microrganismos indesejáveis. Em relação aos compostos bioativos, seus efeitos dependem das condições de processamento, podendo haver maior preservação quando comparados aos métodos convencionais. Por isso, essa tecnologia vem sendo considerada promissora para o processamento de alimentos.

## 2. DESENVOLVIMENTO E DISCUSSÃO

A eficiência do aquecimento ôhmico no processamento de alimentos está diretamente associada aos seus efeitos sobre componentes sensíveis do alimento, especialmente enzimas e compostos bioativos presentes. Esses compostos são fundamentais para a qualidade final do produto, pois influenciam atributos como cor, sabor, valor nutricional e estabilidade durante o armazenamento. Nesse contexto, compreender os mecanismos de ação do aquecimento ôhmico sobre esses componentes é essencial para avaliar seu potencial tecnológico e as vantagens em relação aos métodos convencionais de processamento e conservação de alimentos.

### **Inativação enzimática e eficiência do processo**

O aquecimento ôhmico apresenta elevado desempenho na inativação de enzimas quando comparado ao aquecimento convencional. De acordo com Shao *et al.* (2021), enzimas como polifenoloxidase (PPO), peroxidase (POD) e lipoxigenase (LOX) são inativadas de forma mais rápida e eficiente pelo AO, principalmente devido ao aquecimento uniforme e à possível ação do campo elétrico.

Posteriormente, os autores destacam que a taxa de inativação enzimática no AO é significativamente mais rápida do que a do método convencional (Shao *et al.*, 2021). Esse fator

contribui diretamente para a preservação da qualidade do alimento, reduzindo, assim, o tempo de exposição ao calor.

### Impacto na atividade antioxidante

Os seus efeitos sobre compostos antioxidantes variam conforme as condições de processamento. Em alguns estudos, observou-se um aumento da atividade antioxidante, possivelmente devido à maior liberação de compostos intracelulares (Ferreira *et al.*, 2019). Em sucos de maçã e laranja, observou-se maior retenção da atividade antioxidante após o aquecimento ôhmico, em comparação com o aquecimento convencional. Esse efeito ocorre devido ao menor tempo de exposição ao calor e à maior uniformidade térmica do processo (Shao *et al.*, 2021). Em outros casos apresentados, houve redução, especialmente em temperaturas mais baixas ou em condições inadequadas (Mannozi *et al.*, 2019).

De modo geral, os estudos indicam que o aquecimento ôhmico tende a favorecer maior retenção desses compostos em comparação aos métodos convencionais, principalmente devido à rapidez e à uniformidade do aquecimento. Os principais resultados observados nos estudos analisados estão apresentados na Tabela 1. (Shao *et al.*, 2021).

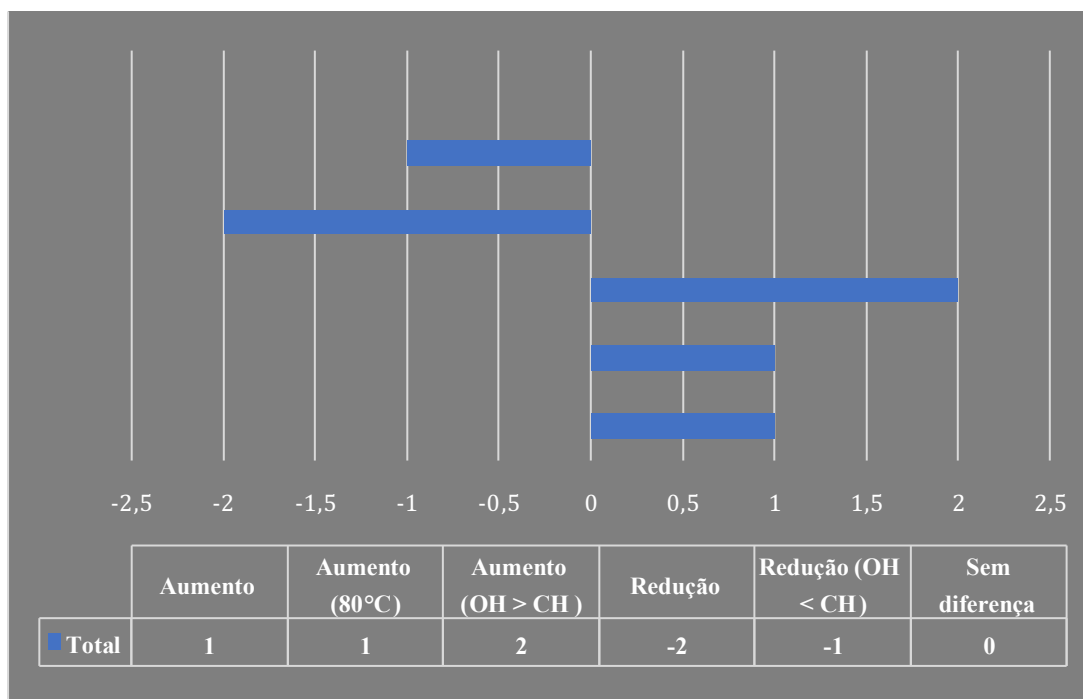
**Tabela 1 - Efeito do aquecimento ôhmico na atividade antioxidante de diferentes alimentos.**

Produto	Condições AO	Comparação com CH	Resultado
Suco de cenoura	40–80 °C	-	Redução em temperaturas menores
Suco de maçã	até 80 °C	-	Aumento a 80 °C
Abacaxi	90 °C	93 °C	Aumento após tratamento
Suco de romã	7,5–12,5 V/cm	CH superior	Menor atividade no AO
Suco de laranja	10–30 V/cm	CH (aquecimento convencional)	Menor perda no AO
Bebida wheyfruta	45–80 V	CH (aquecimento convencional)	Maior atividade no AO

**CH** = aquecimento convencional (*conventional heating*). As condições do aquecimento ôhmico foram expressas em temperatura (°C), tensão aplicada (V) ou intensidade do campo elétrico (V/cm), conforme descrito em cada estudo analisado. **Fonte:** Adaptado de Shao *et al.* (2021).

A Figura 1 apresenta uma comparação qualitativa da atividade antioxidante observada nos diferentes estudos analisados.

**Figura 1 - Variação qualitativa da atividade antioxidante em produtos vegetais submetidos ao aquecimento ôhmico em comparação ao aquecimento convencional.**



**Fonte:** Adaptado de Shao *et al.* (2021).

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aquecimento ôhmico apresenta elevado potencial como tecnologia alternativa no processamento de alimentos, com destaque para sua rapidez, uniformidade térmica e eficiência energética. Sua capacidade de causar inativação enzimática e microbiana em menor tempo contribui para a preservação da qualidade nutricional e sensorial dos produtos.

Os efeitos do aquecimento ôhmico sobre compostos bioativos variam conforme as condições de processamento, evidenciando a importância da otimização dos parâmetros operacionais. Ainda assim, essa tecnologia apresenta potencial de aplicação industrial, especialmente no processamento de sucos de frutas, devido à possibilidade de reduzir danos térmicos e preservar características nutricionais e sensoriais.

### REFERÊNCIAS

SHAO, L.; ZHAO, Y.; ZOU, B.; LI, X.; DAI, R. Ohmic heating in fruit and vegetable processing: Quality characteristics, enzyme inactivation, challenges and prospective. **Trends in Food Science & Technology**, v. 120, p. 222–236, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.10.009>.

TEMELKOVSKA RISTEVSKA, K. *et al.* Application of ohmic heating in the food industry. **Journal of Food Technology and Nutrition**, v. 7, n. 13–14, 2024. DOI: <https://doi.org/10.62792/ut.jftn.v7.i13-14.p2691>.

MANNOZZI, C. *et al.* Influence of pulsed electric field and ohmic heating on juices. **Foods**, v. 8, n. 7, p. 247, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods8070247>.

RINALDI, M.; LITTARDI, P.; GANINO, T.; ALDINI, A.; RODOLFI, M.; BARBANTI, D.; CHIAVARO, E. Comparison of physical, microstructural, antioxidant and enzymatic properties of pineapple cubes treated with conventional heating, ohmic heating and high-pressure processing. **LWT - Food Science and Technology**, v. 139, p. 110207, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110207>.

FERREIRA, M. V. S. *et al.* Ohmic heating in beverages. **Food Chemistry**, v. 316, p. 125018, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125018>.