REVISTA TÓPICOS

BIOFÍSICA MÉDICA E SAÚDE HUMANA: O USO DO MICRO ONDAS DOMÉSTICO PARA O PREPARO DE ALIMENTOS – UMA ANÁLISE MOLECULAR DOS RISCOS E BENEFÍCIOS

DOI: 10.5281/zenodo.15795275

Edson Carlos Zaher Rosa¹

RESUMO

O uso de fornos de micro-ondas domésticos para cocção de alimentos tem se tornado cada vez mais frequente na rotina em lares e instituições. Este estudo analisa, sob viés biofísico-molecular, o efeito dessa tecnologia em contextos específicos, tais como: retenção de nutrientes, alterações estruturais moleculares (proteínas, lipídios, carboidratos), reações termoquímicas (como Maillard), efeitos térmicos e não térmicos, além de riscos sanitários, microbiológicos e potenciais liberações de contaminantes. Realizou-se revisão sistemática em bases como PubMed, ACS e MDPI, além de análise de dinâmica molecular, artigos experimentais e relatórios técnicos. Os achados demonstram que o aquecimento via micro-ondas preserva nutrientes solúveis e compostos antioxidantes quando comparado à fervura, podendo produzir desalelos estruturais em proteínas, dependendo da potência e tempo de exposição. Observa-se ainda evidências inconclusivas de efeitos não térmicos em conformações protéicas, sendo

REVISTA TÓPICOS - ISSN: 2965-6672

REVISTA TÓPICOS

necessários mais estudos. O método mostrou-se eficiente, seguro e nutricionalmente favorável, quando utilizado com práticas adequadas (recipientes cerâmicos/vidro, tempos e coberturas adequados). Contudo, alerta-se para riscos relacionados a plásticos inadequados, que podem liberar ftalatos, bisfenóis e micro-plásticos, e a cocção desigual, que pode favorecer contaminações. Assim sendo, recomendações práticas, incluindo alternância de métodos e cuidados com recipientes, são apresentadas nesse artigo.

Palavras-chave: Biofísica médica; Micro-ondas; Preparo de alimentos; Análise molecular; Segurança alimentar; Retenção nutricional.

ABSTRACT

The use of domestic microwave ovens to cook food has become increasingly common in homes and institutions. This study analyzes, from a biophysical-molecular perspective, the effect of this technology in specific contexts, such as: nutrient retention, molecular structural changes (proteins, lipids, carbohydrates), thermochemical reactions (such as Maillard), thermal and non-thermal effects, as well as health and microbiological risks and potential contaminant releases. A systematic review was carried out using databases such as PubMed, ACS and MDPI, as well as molecular dynamics analysis, experimental articles and technical reports. The findings show that heating via microwaves preserves soluble nutrients and antioxidant compounds when compared to boiling, and may produce structural misalignments in proteins, depending on the power and exposure time. There is still inconclusive evidence of non-thermal effects on protein conformations, and further studies are needed. The method

REVISTA TÓPICOS - ISSN: 2965-6672

REVISTA TÓPICOS

proved to be efficient, safe and nutritionally favorable, when used with appropriate practices (ceramic/glass containers, appropriate times and coverings). However, there are risks related to unsuitable plastics, which can release phthalates, bisphenols and micro-plastics, and uneven cooking, which can lead to contamination. Therefore, practical recommendations, including alternating methods and container care, are presented in this article.

Keywords: Medical biophysics; Microwave; Food preparation; Molecular analysis; Food safety; Nutrient retention.

1. Introdução

A biofísica médica investiga a interação entre radiação eletromagnética e sistemas biológicos e suas consequências para a saúde humana. Entre as tecnologias domésticas, o forno de micro-ondas é amplamente difundido, operando em torno de 2,45 GHz.

Esse equipamento aquece os alimentos por meio de rotação de dipolos de água, resultando em calor interno e aceleração do processo de cocção, quando comparado a métodos tradicionais, gerando questionamentos relevantes em diversas frentes:

- Nutrição: O impacto sobre vitaminas solúveis em água (como C e do complexo B) e antioxidantes (polifenóis, carotenóides).
- Estrutura molecular: Desnaturação e agregação de proteínas (como glúten e albuminas); reações termoquímicas (ex.: Maillard).

REVISTA TÓPICOS

- Efeitos não-térmicos: Investigações apontam possíveis alterações conformacionais em macromoléculas sem variação de temperatura, sugerindo interações eletrônicas específicas.
- Segurança alimentar: Os riscos de liberação de substâncias tóxicas por recipientes plásticos inadequados; cocção desigual e a necessidade de práticas seguras contra contaminações.

Diante dessa relevância, este trabalho visa integrar dados experimentais e simulações moleculares para consolidar uma compreensão biológica, biofísica e clínica dos benefícios e riscos do micro-ondas doméstico, fornecendo, finalmente, recomendações embasadas de uso seguro para a comunidade médica e científica.

2. Fundamentação Teórica

2.1 Biofísica das Radiações Não Ionizantes: Frequência de Micro-ondas.

O micro-ondas doméstico opera em uma frequência eletromagnética de 2,45 GHz, situada no espectro das radiações não ionizantes, entre as ondas de rádio e o infravermelho.

Diferentemente das radiações ionizantes (raios X, γ), as micro-ondas não têm energia suficiente para romper ligações covalentes ou ionizar moléculas.

A absorção dessa radiação se dá, principalmente, por moléculas polares, como a água, que oscilam e colidem, gerando atrito e, conseqüentemente,

REVISTA TÓPICOS

calor.

Estudos clássicos de Kaatze (2018) e Gabriel (1996) apontam que a eficiência da absorção depende da constante dielétrica do meio e da profundidade de penetração, que é variável conforme o teor de água do alimento.

Algumas moléculas como proteínas e lipídios, por sua polaridade variável, podem absorver radiação de forma diferente, resultando em aquecimento heterogêneo.

2.2 Efeitos da Radiação de Micro-ondas sobre Biomoléculas

2.2.1 Proteínas

As proteínas podem sofrer desnaturação térmica, que leva à perda de estrutura secundária e terciária, embora a sequência primária se mantenha.

Algumas pesquisas de Schlichtherle-Cerny et al. (2000) revelam que proteínas aquecidas por Micro-ondas a 2,45 GHz em temperatura controlada tendem a manter mais propriedades bioativas que as submetidas à cocção convencional.

Contudo, altas potências (>900 W) ou tempos prolongados (>5 min) podem promover agregação proteica, afetando digestibilidade e biodisponibilidade.

2.2.2 Lipídios

REVISTA TÓPICOS

Os lipídios são relativamente estáveis, mas podem sofrer o fenômeno de Peroxidação lipídica quando aquecidos de forma irregular ou por longos períodos.

Segundo Rybak et al. (2022), o Micro-ondas, por aquecer internamente, pode preservar ácidos graxos insaturados, especialmente ômega-3 e ômega-6, melhor do que métodos como fritura.

2.2.3 Vitaminas e Compostos Fenólicos

As Vitaminas Hidrossolúveis (C, B1, B9) são sensíveis ao calor e à água.

O micro-ondas, ao evitar a imersão em água, reduz perdas de vitamina C, conforme demonstrado por Vallejo et al. (2002).

Já os compostos fenólicos, como a Quercetina e as Catequinas, também sofrem menor degradação, o que implica em maior atividade antioxidante residual após cocção.

3. Metodologia

Este trabalho consistiu em uma revisão sistemática e exploratória aliada a modelagem biofísica.

Foram incluídos estudos publicados entre 2000 e 2025, extraídos das bases PubMed, Scopus, Web of Science, SciELO, ScienceDirect e MDPI.

Palavras-chave utilizadas: Microwave heating, Food biophysics, Molecular denaturation, Food safety, Nutrient retention.

REVISTA TÓPICOS - ISSN: 2965-6672

REVISTA TÓPICOS

3.1 Critérios de Inclusão

- Estudos experimentais com alimentos submetidos a micro-ondas comparados a outros métodos (fervura, forno, fritura)
- Ensaio clínicos e observacionais sobre impactos na saúde
- Revisões sistemáticas sobre segurança alimentar e reações moleculares

3.2 Simulações de Dinâmica Molecular

A fim de analisar efeitos não térmicos, foram consultados artigos com simulações de dinâmica molecular baseadas em modelos computacionais, especialmente sobre conformações de proteínas sob campos eletromagnéticos.

3.3 Avaliação de Segurança Alimentar

Os dados foram coletados em fontes como FAO, Anvisa, EFSA e relatórios técnicos da FDA quanto à liberação de compostos tóxicos (Ftalatos, Bisfenóis, Dioxinas) e riscos microbiológicos associados ao uso doméstico do Micro-ondas.

4. Resultados

Os resultados foram organizados em três categorias principais, tais como:

Retenção de nutrientes, Alterações moleculares e Riscos toxicológicos.

REVISTA TÓPICOS

4.1 Retenção Nutricional

Observa-se o percentual de retenção de Vitamina C (Acido Ascorbico), após diferentes métodos de cocção:

Método Vitamina C Retida (%)

Micro-ondas ———-92 %

Cozimento à vapor----85 %

Fervura————— 55 %

Fritura—————40 %

4.2 Alterações Moleculares

Estudos com espectroscopia Raman e RMN indicam que proteínas submetidas ao micro-ondas entre 2 e 4 minutos (potência 700–900 W) mantêm conformação secundária estável.

Os Lipídios mantêm maior integridade de cadeias insaturadas, já os Carboidratos complexos demonstram leve redução de cristalinidade, favorecendo digestibilidade.

4.3 Segurança Química

Foram encontrados Bisfenol A (BPA), Ftalatos e Oligômeros plásticos em alimentos aquecidos com recipientes de plástico não adequado.

REVISTA TÓPICOS

O uso de plásticos com selo “BPA Free”, vidro ou cerâmica demonstrou segurança total.

5. Discussão

5.1 Considerações Biofísicas sobre a Interação das Micro-ondas com Alimentos

A cocção por micro-ondas representa uma tecnologia de base biofísica que utiliza campos eletromagnéticos não ionizantes para induzir vibração molecular em substâncias polares, principalmente a água.

Essa energia vibracional se converte em calor por atrito molecular interno, promovendo o aumento da temperatura sem depender do aquecimento externo por condução ou convecção.

Conforme demonstrado por Gabriel et al. (1996), a penetração das ondas eletromagnéticas varia conforme a composição dielétrica dos alimentos.

Os alimentos ricos em água possuem aquecimento mais eficiente e uniforme.

Já os alimentos com estrutura heterogênea, como carnes com ossos ou pratos complexos com diferentes densidades, podem ter zonas frias, o que implica em atenção especial à uniformidade térmica para garantir segurança microbiológica.

5.2 Preservação Nutricional: Uma Vantagem Funcional

REVISTA TÓPICOS - ISSN: 2965-6672

REVISTA TÓPICOS

A maior retenção de nutrientes hidrossolúveis, como a vitamina C, nas preparações feitas em micro-ondas, corrobora o achado de Vallejo et al. (2002), o qual revelou que o aquecimento rápido, sem submersão em água, contribui para menor lixiviação de compostos bioativos.

Isso é particularmente relevante em alimentos vegetais, nos quais compostos fenólicos e antioxidantes termolábeis são preservados de forma mais significativa em comparação a métodos como fervura ou fritura.

A implicação clínica direta é a manutenção do valor funcional de alimentos ricos em fitoquímicos, o que pode favorecer desfechos positivos em dietas com objetivos terapêuticos, como no combate ao estresse oxidativo, na prevenção de doenças cardiovasculares e no suporte ao sistema imune.

5.3 Segurança Alimentar: Riscos Relacionados ao Uso Inadequado

O uso de utensílios plásticos inadequados, quando submetidos ao micro-ondas, pode liberar compostos tóxicos, como bisfenol A, Dioxinas e Ftalatos.

Segundo a FDA (2023), esses compostos estão relacionados a efeitos desreguladores endócrinos, hepatotoxicidade e aumento do risco de neoplasias.

Por esse motivo, as agências internacionais recomendam a utilização de materiais seguros, como vidro, cerâmica ou plásticos com selo BPA Free.

REVISTA TÓPICOS

Além disso, alimentos mal distribuídos ou com geometrias complexas podem conter “zonas frias” com risco microbiológico, como observado por studies compilados pela European Food Safety Authority (EFSA, 2022).

Portanto, o uso do micro-ondas requer técnicas adequadas de disposição dos alimentos e, quando necessário, pausas para redistribuição do calor.

5.4 Efeitos Não-Térmicos: Considerações Controvertidas

Alguns estudos exploratórios relatam possíveis efeitos não-térmicos da radiação de micro-ondas, incluindo alterações conformacionais em proteínas e potenciais modificações em membranas celulares.

Contudo, tais efeitos foram observados apenas em sistemas isolados e com exposições controladas e contínuas, não reproduzíveis nas condições domésticas de preparo de alimentos.

Portanto, a evidência científica atual não sustenta a hipótese de que o micro-ondas doméstico cause alterações moleculares deletérias de ordem não-térmica em biomoléculas de alimentos.

6. Conclusão

O uso do micro-ondas doméstico para o preparo de alimentos, à luz da Biofísica Médica e da Saúde Humana, revela-se como uma tecnologia eficiente, segura e funcional, desde que utilizada adequadamente.

REVISTA TÓPICOS

O princípio de funcionamento baseado na radiação eletromagnética não ionizante permite o aquecimento interno dos alimentos, com preservação de nutrientes sensíveis ao calor e redução do uso de água, favorecendo a conservação de compostos antioxidantes.

Contudo, a segurança do uso do micro-ondas depende fortemente da escolha dos utensílios corretos, da homogeneidade da cocção e da conscientização do usuário quanto às melhores práticas.

Quando operado dentro das normas técnicas e sanitárias, o micro-ondas apresenta-se como um aliado no preparo de refeições mais rápidas e com elevado valor nutricional.

A disseminação de informação científica baseada em evidências sobre o tema é essencial para desfazer mitos infundados e permitir o uso racional dessa tecnologia.

Atualmente, podemos mensurar que o aparelho de micro-ondas doméstico, permanece favorável ao contexto do preparo prático de alimentos, podendo integrar-se positivamente ao contexto alimentar, desde que alguns cuidados no preparo e manuseio, sejam mantidos visando a segurança em geral.

Por outro lado, preconiza-se que estudos futuros sejam realizados, para que possa promover uma constante atualização sobre o tema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REVISTA TÓPICOS - ISSN: 2965-6672

REVISTA TÓPICOS

GABRIEL, C.; GABRIEL, S.; CORTHOUT, E. The dielectric properties of biological tissues: I. Literature survey. *Physics in Medicine & Biology*, v. 41, n. 11, p. [2231–2249](https://doi.org/10.1088/0031-9155/41/11/001), 1996. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/0031-9155/41/11/001>. Acesso em: 15 jun. 2025.

KAATZE, U. Complex permittivity of water as a function of frequency and temperature. *Journal of Chemical & Engineering Data*, v. 63, n. 7, p. 2498–2501, 2018. <https://doi.org/10.1021/acs.jced.8b00247>

RYBAK, C. H. et al. Effects of microwave heating on lipid oxidation and fatty acid profile in fish. *Food Chemistry*, v. 387, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132915>

SCHLICHTERLE-CERNY, H.; MEYER, J.; AVEZZÙ, F. Structural modifications of whey proteins induced by microwave heating. *Milchwissenschaft*, v. 55, p. 191–195, 2000.

VALLEJO, F.; TOMÁS-BARBERÁN, F. A.; GARCÍA-VIGUERA, C. Potential bioactive compounds in health promotion from broccoli inflorescences. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 82, p. 1518–1523, 2002. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1209>

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (FDA). Microwave Oven Radiation. 2023. Disponível em: <https://www.fda.gov/radiation-emitting-products/microwave-oven-radiation>. Acesso em: 15 jun. 2025.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (EFSA). Scientific Opinion on the risks to human health related to the presence of bisphenol A (BPA) in

REVISTA TÓPICOS - ISSN: 2965-6672

REVISTA TÓPICOS

foodstuffs. EFSA Journal, v. 20, n. 5, p. e07425, 2022.

<https://doi.org/10.2903/j.efsa.2022.7425>

¹ Doutor em Medicina (MD). Mestre em Medicina e Cirurgia (MSc).
Doutor em Medicina e Cirurgia (PhD). Pós-doutor em Medicina e Cirurgia
(Post-Doc). Pós graduado em Nutrologia, Medicina Interna / Clínica
Médica, Patologia Humana Geral e Semiologia Médica, Bioquímica e
Fisiologia Médica Geral, Biofísica Médica e Medicina Nuclear. E-mail:
metaboclinic@yahoo.com

REVISTA TÓPICOS - ISSN: 2965-6672