

MICRO-ONDAS OU *AIR FRYER*, QUAL A MELHOR ESCOLHA?

Matheus Lopes de Araujo¹, Luciana Angelica da Silva Nunes²

Resumo: Este trabalho tem como objetivo comparar os princípios físicos, o funcionamento, as vantagens e desvantagens da utilização do micro-ondas e da *air fryer* no ambiente doméstico, considerando aspectos como eficiência energética, tempo de preparo, impacto na saúde e versatilidade. O micro-ondas utiliza ondas eletromagnéticas para aquecer os alimentos de forma rápida e eficaz, enquanto a *air fryer* emprega o princípio da convecção para cozinhar os alimentos de forma mais saudável, simulando a fritura sem óleo, que acontece porque como o alimento é preparado de fora para dentro, a parte externa assa rápido formando uma crosta. A metodologia envolve a análise de princípios físicos e o funcionamento de cada aparelho. Os resultados mostram que o micro-ondas é mais eficiente energeticamente e ideal para aquecimento rápido, enquanto a *air fryer* oferece maior versatilidade na preparação de alimentos. Conclui-se que a escolha entre os aparelhos depende do perfil de uso, sendo a combinação dos dois a solução ideal.

Palavras-chave: micro-ondas; *air fryer*; transferência de calor; calor.

1. INTRODUÇÃO

As pessoas tendem a procurar formas mais simples e saudáveis de se alimentar, com isso surgiu aparelhos que atendam a essas necessidades com praticidade. Um desses aparelhos é o micro-ondas, que foi inventado pelo norte-americano Percy Spencer [1], em 1946, que ao passar por um radar que estava sendo testado, percebeu que uma barra de chocolate derreteu em seu bolso e com isso começou a realizar diversos testes que mostraram que as ondas eletromagnéticas conseguiam gerar calor, no mesmo ano registrou a primeira patente e no ano seguinte produziu o primeiro exemplar comercializável.

Já a *air fryer* tem como criador o norte-americano William Leslie Maxson [2], o aparelho surge como o propósito de aquecer alimentos congelados com resultado rápido e prático. Mesmo cumprindo o objetivo desde o seu lançamento, o produto não era prático, principalmente por conta da popularização do micro-ondas, que tinha a mesma função e era mais acessível. Após anos sem destaque, a invenção de Maxson popularizou-se em 2010, quando a empresa Philips® lança o seu produto com nome de *air fryer* que seguia os princípios de funcionamento de Maxson, que foi amplamente aceito, de acordo com Adam Graves, presidente da divisão de pizza e lanches da Nestle U.S.®, a estimativa é que 60% das famílias dos EUA possuem uma unidade em seus lares [3].

Apesar da origem de ambos os aparelhos terem como principal função descongelar e aquecer refeições congeladas, eles utilizam princípios físicos diferentes. O micro-ondas utiliza ondas eletromagnéticas que são gerados em um magnetron, e por conta da alta frequência das ondas, o alimento é aquecido e diferente do que é dito por várias pessoas, o alimento não aquece de dentro para fora, já que as ondas só penetram aproximadamente 1 cm na maioria dos alimentos e é essa parte externa que aquece o interior do alimento [4]. Por outro lado, a *air fryer* utiliza do princípio da convecção, onde um ventilador circula o ar no interior e esse ar quente que ocupa todo o interior por meio da convecção aquece o alimento, tendo um funcionamento semelhante ao forno tradicional, porém sendo mais prática e utilizando menos energia.

Com base nessas diferenças de características de cada aparelho, o trabalho tem como objetivo apresentar os princípios físicos e mostrar o funcionamento de cada um dos aparelhos. Também faz parte do objetivo analisar as vantagens e desvantagens de cada aparelho considerando aspectos como eficiência energética, tempo de preparo, impacto na saúde e versatilidade, a fim de identificar qual aparelho é mais adequado para determinado perfil de uso.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Calor

O calor é um conceito relacionado a transferência de energia térmica entre corpos com diferença de temperatura, ele flui naturalmente do corpo com maior temperatura para o com menor temperatura [5], conforme mostra a Figura 1.

¹ Graduando em Ciência e Tecnologia (matheus.araujo41254@alunos.ufersa.edu.br)

² Professora Orientadora (lucangelica@ufersa.edu.br)

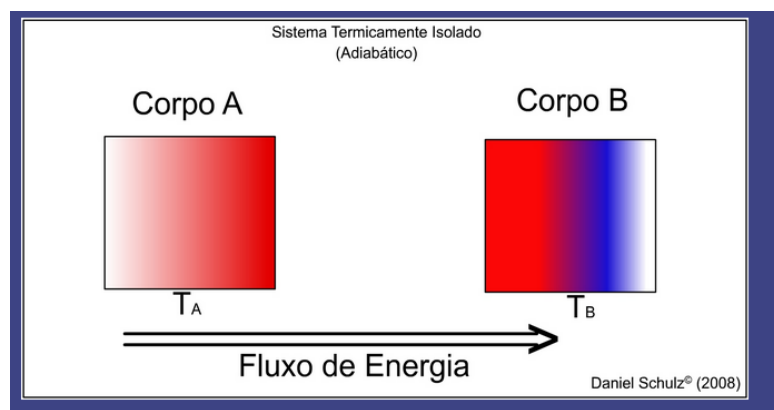


Figura 1: imagem ilustrando o comportamento do calor. (Daniel Schulz, 2008)

No Sistema Internacional (SI), a unidade de calor é o Joule (J) e esta também é utilizada para medida de trabalho e energia. Contudo, mesmo não sendo a unidade do SI, a caloria (cal) é a unidade de medida mais associada a quantidade de calor e representa a quantidade de energia necessária para que se eleve em 1°C a temperatura de 1 grama de água. É importante ainda mencionar a British Thermal Unit (BTU) que é a quantidade de energia necessária para se elevar 1 libra de água em 1°F e que é utilizado por países que seguem a unidade inglesa e, também, em aparelhos de ar-condicionado no Brasil. Relacionando essas diferentes unidades de medidas temos que $1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$ e $1 \text{ BTU} = 252,2 \text{ cal} = 1055,05 \text{ J}$.

A capacidade térmica (C) de um corpo é a quantidade de energia (Q) que ele precisa para variar sua temperatura (ΔT) por uma certa quantidade. Isso está relacionado à massa e à composição do corpo, pois materiais diferentes exigem diferentes quantidades de calor para a mesma variação de temperatura. Como podemos ver na Equação 1:

$$C = \frac{Q}{\Delta T} \quad (1)$$

Para comparar diferentes materiais, usamos o conceito de calor específico. O calor específico (c) é uma propriedade onde cada matéria terá o seu valor e ele representa a quantidade de calor necessária para elevar a temperatura de um corpo em 1 °C, podemos encontrar esse valor com a Equação 2:

$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T} \quad (2)$$

Quando fornecemos ou retiramos calor de um corpo este pode sofrer duas consequências, a citar alterar a temperatura ou variar de estado físico. Calor sensível é o calor que, recebido ou cedido por um corpo, provoca nele uma variação de temperatura. Denominamos por calor sensível aquele que provoca variação de temperatura no corpo, podemos calcular a quantidade de calor sensível usando a Equação 3.

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad (3)$$

O calor latente é a quantidade de calor que uma substância precisa receber ou ceder para mudar de estado físico, como de sólido para líquido ou de líquido para gasoso, o qual pode ser calculado com base na Equação 4:

$$Q = m \cdot L \quad (4)$$

onde L é o coeficiente de calor latente relacionado com a mudança de fase.

2.2. Transferência de calor

A transferência de calor é a transferência de energia térmica de um corpo mais quente para um corpo mais frio³ até que os corpos cheguem a um equilíbrio térmico. A energia pode ser transferida de corpo de três maneiras, sendo elas por condução, convecção e radiação.

A condução térmica ocorre através do contato entre sólidos com temperaturas diferentes, os átomos mais quentes colidem com os átomos mais frios, transferindo energia e alterando a vibração dos átomos até que os sólidos se encontram em equilíbrio. A Figura 2 ilustra como acontece a transferência de calor por condução.

³ Quando dizemos que algo está "frio", estamos nos referindo a um objeto ou ambiente que possui menos energia térmica em comparação a outro objeto ou ambiente com maior energia térmica

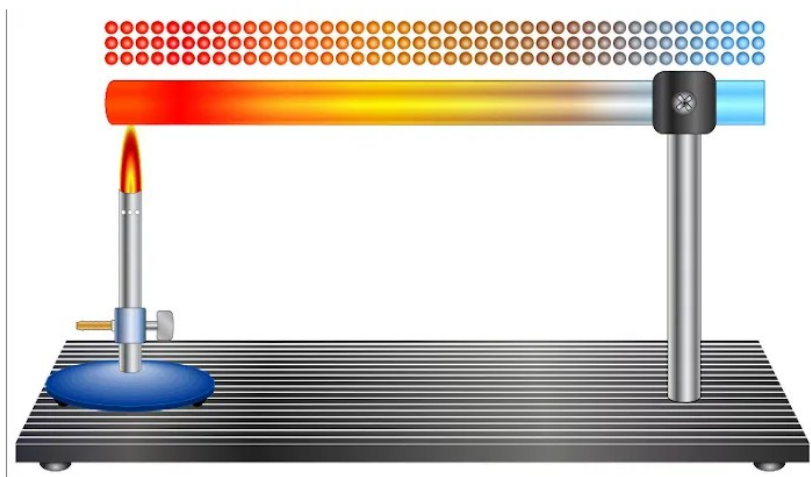


Figura 2: condução de calor por um cilíndrico metálico. (Mundo educação, 2025)

A velocidade com que esses sólidos entram em equilíbrio está relacionado a condutividade térmica dos materiais, metais e suas ligas possuem uma alta condutividade térmica e com isso se tem uma mudança rápida de temperatura, gases e outros sólidos que possuem baixa condutividade tem como característica serem isolantes térmicos, assim sendo utilizado quando se é necessário conservar a temperatura [6].

A taxa de condução térmica H (rapidez com que o calor é transferido) depende de alguns fatores, que são descritos pela Lei de Fourier da Condução Térmica [7], o que pode ser visto pela Equação 5,

$$H = \frac{kA\Delta T}{L} \quad (5)$$

onde k é a condutividade térmica do material, A é a área da superfície pela qual o calor está sendo transferido, $\Delta T = T_2 - T_1$ é a diferença de temperatura entre as duas extremidades e L é a espessura do material, o que pode ser visto na Figura 3.

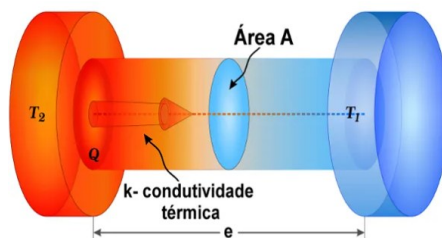


Figura 3: Ilustração complementar para equação da taxa de condução térmica. (Mundo educação, 2025)

A convecção é a transferência de calor em fluidos, quando o fluido tem uma diferença de temperatura se forma correntes de convecção (Figura 4), onde a parte mais quente do fluido sobe e a mais fria desce.

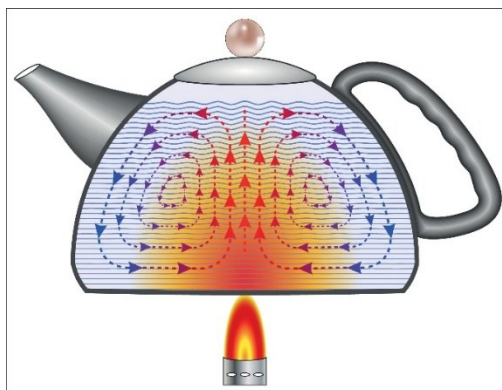


Figura 4: Exemplo de corrente de convecção. (InfoEscola, 2025)

A convecção natural ocorre pela diferença de densidade devido a variação de temperatura. Enquanto a convecção forçada é quando o fluido é forçado a subir, criando uma corrente de convecção artificial [8]. A lei do resfriamento de Newton descreve a taxa de transferência de calor por convecção entre um sólido e um fluido [9]. Representada pela Equação 6:

$$\frac{dQ}{dt} = h \cdot A \cdot \Delta T(t) \quad (6)$$

Por fim, a radiação é a transferência de calor por ondas eletromagnéticas, onde não é necessário um meio material de propagação, sendo a única que se propaga no vácuo [10] a qual está ilustrado através da Figura 5.

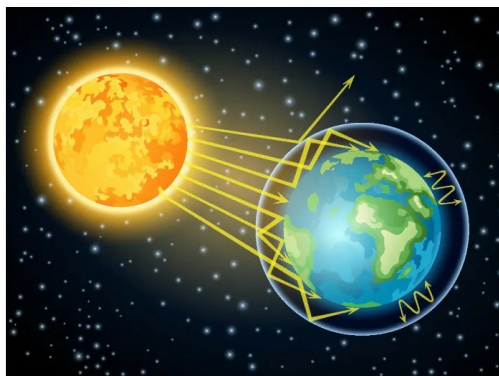


Figura 5: Ilustração da irradiação térmica vinda do sol. (Mundo educação, 2025)

Todos os corpos emitem radiação térmica, a refletividade e emissividade dos corpos depende do comprimento de onda, a temperatura determina a distribuição de comprimento de onda é limitada em intensidade pela lei de Planck, que foi produzida para que todos os comprimentos de ondas possam ser utilizados na equação.

A Lei de Stefan-Boltzmann descreve a energia radiante emitida por um corpo [10]. Por essa lei foi deduzido que a potência de um corpo negro é proporcional a sua temperatura elevada a quarta potência e a sua área superficial, sendo expressa pela Equação 7:

$$P = \sigma \cdot T^4 \cdot A \quad (7)$$

onde P é a potência irradiada pelo corpo negro, a constante de Stefan-Boltzmann (σ) tem o valor de $5,67 \times 10^{-8} \text{ Kg} \cdot \text{s}^{-3} \text{K}^{-4}$, A é a área superficial do corpo negro e T é a temperatura absoluta do corpo em kelvin. Essa equação revela como a emissão de radiação de um corpo depende diretamente de sua temperatura, mostrando que corpos mais quentes emitem muito mais energia do que corpos frios.

2.3. Forno de Micro-ondas

O forno de micro-ondas é um dos eletrodomésticos mais utilizados nas cozinhas em todo o mundo [11], isso se deve a facilidade de manuseio e a velocidade de preparação e aquecimento de alimentos. A Figura 6 ilustra um forno de micro-ondas.



Figura 6: Forno de micro-ondas. (LG electronics, 2025)

O seu funcionamento se dá através do uso de radiação eletromagnética por meio de um magnetron, onde as micro-ondas interagem com as moléculas bipolares que estão no alimento, gerando calor. Esse processo é chamado de aquecimento dielétrico.

O aquecimento dielétrico ocorre por conta do comportamento das moléculas bipolares na presença do campo elétrico. As moléculas têm uma estrutura em que o centro de distribuição de cargas negativas coincide com as cargas positivas, por conta disso, essas moléculas se movimentam e acompanham o campo elétrico formado pelo micro-ondas, absorvendo energia e transferindo para as moléculas vizinhas, aumentando a temperatura do alimento. Em um aparelho convencional as micro-ondas operam em uma frequência de 2450 MHz, o que significa uma mudança na orientação de 2,45 bilhões de vezes por segundo, resultando em um aquecimento rápido e eficiente [12].

O prato rotativo é importante, pois apenas uma parte da onda consegue penetrar no alimento, o que consegue penetrar é chamado de onda calorífica e a que reflete de onda refletida. Por isso, sem prato rotativo, o alimento não aquece uniformemente, pois algumas partes do alimento ficariam sem receber as ondas caloríferas e evitando que queime outras partes.

A eficiência energética do aparelho se destaca, já que como ele aquece diretamente o alimento, não existe perda de energia aquecendo o espaço interno do aparelho, diferente dos fornos convencionais, que primeiro aquecem o interior para assim começar a preparar o alimento. Com isso o micro-ondas necessita de um menor consumo de energia e de tempo.

Vale ressaltar que nem todo tipo de material pode ser utilizado no micro-ondas. Metais refletem as ondas, causando faíscas, que podem se transformar em chama e iniciar um incêndio [13], além de danificar o aparelho. Alguns tipos de plásticos também não recomendados, pois podem derreter ou liberar substâncias tóxicas no alimento. Então é importante sempre utilizar recipientes específicos para micro-ondas.

2.4. Air fryer

A air fryer (Figura 7) é um dos eletrodomésticos que mais tem crescido em popularidade nos últimos anos, segundo o diretor de pizzas e lanches da Nestle® Adam Graves, o aparelho faz parte de 60% das residências norte-americanas. Tendo o seu lançamento para uso doméstico em 2010, a air fryer se tornou uma alternativa mais saudável para fritar alimentos, já que ela tem como princípio de funcionamento a circulação de ar quente que substitui as tradicionais fritadeiras a óleo.



Figura 7: Air fryer. (INTERFACES, 2025)

Ela tem como principais componentes uma resistência elétrica e uma ventoinha, a resistência sendo responsável por aquecer o interior do equipamento, podendo ter a sua temperatura ajustada em até 200°C nos modelos domésticos. O cozimento ocorre por convecção: o calor gerado pela resistência, combinado com a corrente de convecção intensificada pela ventoinha, aquecendo todo o interior de forma homogênea. Dessa forma, o ar circula uniformemente, garantindo um preparo equilibrado do alimento [14].

Com o fechamento de diversos setores durante a pandemia nos anos de 2020 e 2021, as pessoas viram a necessidade de se alimentar de forma mais saudável, e as vendas crescem com o passar dos anos. Segundo dados da consultora GFK, o número de vendas de air fryer subiu 22% em 2020 com relação ao ano de 2019. E segundo a pesquisa realizada pela Euromonitor, nos últimos 5 anos esse crescimento foi de 194,4% [15], como pode ser visto na Figura 8.

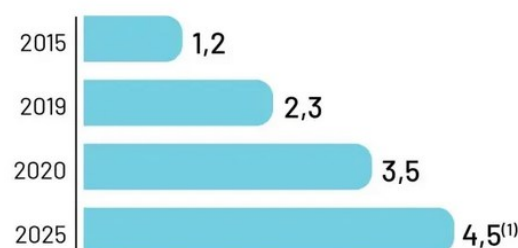


Figura 8: número de vendas de air fryer e previsão para 2025. (Exame, 2021)

De acordo com a pesquisa realizado por Shaker (2014), a air Fryer mostra uma menor absorção de óleo quando comparado a fritadeira convencional, na primeira temos uma taxa de absorção de óleo de 0,0025%, enquanto a tradicional teve uma taxa de 14,81% [16]. Esses números mostram o quanto a air fryer realiza um preparo mais saudável, além de ter uma alteração das propriedades físico-químicas do azeite menor. E nas avaliações sensoriais as batatas da air fryer foram avaliadas como superiores, já que apresentavam uma melhor crocância e menor oleosidade, e mantendo sabor semelhante a fritura tradicional.

A versatilidade é o que faz a air fryer ser tão popular é a sua versatilidade na preparação de alimentos, com ela se pode preparar frituras como batata frita, assar carne, secar legumes, e preparar alimentos mais complexos como sobremesas. Isso associado ao menor consumo de energia, quando comparado a um forno elétrico tradicional e, também, a facilidade de uso e limpeza, mostra o porquê desse eletrodoméstico estar dominando as cozinhas atualmente, tendo como desvantagem basicamente o pouco espaço, fazendo com que seja necessário fracionar a preparação e grandes refeições.

3. RESULTADOS E CONCLUSÕES

Após analisar ambos os aparelhos, tem-se que o micro-ondas e a air fryer atendem a necessidades diferentes, cada um com suas vantagens e desvantagens. A principal diferença está no método de cozimento: o micro-ondas usa ondas eletromagnéticas para agitar as moléculas de água, gordura e açúcar, o que proporciona um rápido aquecimento. A air fryer utiliza do princípio da convecção, permitindo que o alimento cozinhe por dentro e fique crocante por fora, lembrando a fritura por óleo.

Em termos de eficiência energética, o micro-ondas leva vantagem, já que os modelos domésticos apresentam uma potência de 800 W, enquanto a air fryer consome uma média 1200 W. Isso ocorre porque o micro-ondas aquece o alimento diretamente, sem aquecer o ambiente interno, que resulta um menor consumo de energia e tempo. Por outro lado, a air fryer precisa aquecer todo interior do aparelho antes de começar a preparar o alimento, aumentando o consumo de energia e tempo de preparo.

Quando se pensa em versatilidade a air fryer sai na frente, com ela é possível a preparação de uma maior variedade de alimentos, como frituras, assados, grelhados e até sobremesas. Já o micro-ondas, embora prático para aquecimento e descongelamento, mostrou-se limitado na preparação de alimentos que necessitam de uma textura específica.

No aspecto de uso e limpeza, o micro-ondas leva vantagem, pois só é preciso adicionar o tempo e iniciar o funcionamento, e caso não haja respingos durante a preparação, a limpeza também será facilitada. Por sua vez a air fryer exige mais atenção durante o preparo, coisas como, dimensionamento do espaço para garantir o fluxo de ar e mover o alimento para que se tenha um cozimento uniforme, quando olhamos a limpeza também é mais complicado, já que alguns alimentos como carnes, se tem liberação de gordura e sujando o recipiente interno.

Os resultados indicam que a escolha de qual aparelho é melhor, depende do perfil de uso e da necessidade do usuário. O micro-ondas sendo ideal para quem busca praticidade e velocidade no aquecimento de alimentos, enquanto a air fryer é para quem busca uma alimentação sem adição de óleo e com maior complexidade na preparação. A combinação dos dois aparelhos pode ser a solução para quem busca praticidade e qualidade nas refeições.

Com base nas análises realizadas, conclui-se que o micro-ondas e a air fryer atendem necessidades distintas, e o ideal é que eles se complementem na cozinha. Cada aparelho tem suas vantagens e desvantagens, o micro-ondas se destaca pela praticidade e eficiência energética, sendo ideal para o aquecimento de alimentos. A air fryer oferece opções mais saudáveis de alimentos que requerem crocância, além de possui mais opções de preparações. A escolha entre os aparelhos se deve ao perfil de uso e preferências, a combinação irá proporcionar a melhor experiência, unindo a praticidade e qualidade. Para trabalhos futuros, a realização de estudos que aprofunde sobre o impacto na saúde pelo uso prolongado dos aparelhos. Também poderia buscar soluções que une as vantagens de ambos os aparelhos em um dispositivo.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] TUDO QUE VOCÊ PRECISA SABER SOBRE A FABRICAÇÃO DO MICRO-ONDAS. Disponível em: <https://ecoassist.com.br/fabricacao-microondas/>. Acesso em: 18 mar. 2025.
- [2] HISTÓRIA DA INVENÇÃO DA AIR FRYER. Disponível em: <https://blog.britania.com.br/guia-completo-air-fryer/historia-da-air-fryer/>. Acesso em: 18 mar. 2025.
- [3] LUCAS, A. Nestle, Tyson and other food giants bet on air fryer boom to grow sales. Disponível em: <https://www.cnbc.com/2023/03/05/nestle-tyson-air-fryer-boom.html>. Acesso em: 18 mar. 2025.
- [4] MICROWAVE TECHNOLOGY. Disponível em: <https://www.pueschner.com/en/microwave-technology/penetration-depths>. Acesso em: 18 mar. 2025.
- [5] CALOR. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~dschulz/web/calor.htm>. Acesso em: 18 mar. 2025.
- [6] YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. Física II: termodinâmica e ondas. 12. ed. São Paulo: Pearson, 2008. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 18 mar. 2025.
- [7] LEI DE FOURIER. Disponível em: [https://www.infopedia.pt/artigos/\\$lei-de-fourier](https://www.infopedia.pt/artigos/$lei-de-fourier). Acesso em: 18 mar. 2025.
- [8] HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de Física - Gravitação, Ondas e Termodinâmica - Volume 2. 12. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2023. E-book. p. 214. ISBN 9788521638568. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788521638568/>. Acesso em: 18 mar. 2025.
- [9] SILVA, Wilton Pereira da et al. Medida de calor específico e Lei de Resfriamento de Newton: um refinamento na análise dos dados experimentais. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 25, p. 392-398, 2003.
- [10] GONTIJO, Lucas Matheus Alves. Estudo sobre a radiação térmica. 2020.
- [11] TÉRMICA, E. H. S. Laboratório de Física Moderna. Disponível em: https://fisica.ufes.br/sites/fisica.ufes.br/files/field/anexo/a4_-_lei_de_stefan-boltzmann.pdf. Acesso em: 18 mar. 2025.
- [12] COOKING WITH MICROWAVE OVENS. Disponível em: <https://www.fsis.usda.gov/food-safety/safe-food-handling-and-preparation/food-safety-basics/cooking-microwave-ovens#3>. Acesso em: 18 mar. 2025.
- [13] ELETRO, G. Isopor pode ir no microondas? Descubra! Disponível em: <https://guiaeletro.com/isopor-pode-ir-no-microondas-descubra/>. Acesso em: 18 mar. 2025.
- [14] COMO FUNCIONA UMA AIR FRYER? Disponível em: <https://blog.britania.com.br/guia-completo-air-fryer/como-funciona-a-air-fryer/>. Acesso em: 18 mar. 2025.
- [15] FILIPPE, M. Venda de air fryers dispara na pandemia e uma fabricante se sai melhor. Disponível em: <https://exame.com/negocios/venda-de-air-fryers-dispara-na-pandemia-e-uma-fabricante-se-sai-melhor/>. Acesso em: 18 mar. 2025.
- [16] SHAKER, M. Arafat. Air frying a new technique for produce of healthy fried potato strips. *J. Food Nutr. Sci.*, v. 2, n. 4, p. 200-206, 2014.