



## ULTRASSOM: UMA TECNOLOGIA EMERGENTE APLICADA A TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Luiza S. CASTRO<sup>1\*</sup>; Leandra M. PRADO<sup>2</sup>, Ana P. I. BYLER<sup>2</sup>; Thiago S. REIS<sup>3</sup>;  
Elciane R. ZANATTA<sup>4</sup>; Deisy A. Drunkler<sup>5</sup>; Angela C. RODRIGUES<sup>5</sup> Cristiane  
CANAN<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Discente, Tecnologia em Alimentos / UTFPR

<sup>2</sup>Mestranda, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia / UTFPR

<sup>3</sup>Discente, Engenharia de Alimentos / UTFPR

<sup>4</sup>Docente, Departamento Acadêmico de Alimentos / UTFPR

<sup>5</sup>Docente, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos / UTFPR

\*E-mail para correspondência: luizacastro@alunos.utfpr.edu.br

**RESUMO:** A indústria alimentícia é sempre impulsionada a buscar inovações, motivada por mudanças nas preferências dos consumidores e pela necessidade de produzir alimentos seguros e de alta qualidade. As tecnologias emergentes parecem ser a melhor alternativa para atingir as características mencionadas. Dentre elas, destaca-se o ultrassom, que é definido como uma forma de energia produzida por ondas sonoras, com frequência superior à 20 kHz. Essa revisão tem como base reunir bibliografias de estudos da aplicação desta tecnologia emergente em alimentos, com ênfase em carnes, ovos, produtos lácteos, frutas e hortaliças. Os principais benefícios encontrados foram redução microbiana, inativação de enzimas deteriorantes, alterações de propriedades funcionais, aumento de tempo de validade, redução de tempo do processo de obtenção de produto final. O uso do ultrassom como tecnologia assistida está cada vez mais próximo de ser aplicado em escala industrial.

**Palavras-chave:** segurança alimentar; estruturas sonicadas; cavitação.

### 1. INTRODUÇÃO

As tecnologias alternativas são uma maneira simples de maximizar a eficiência dos recursos naturais, economia de energia e redução de custos operacionais. Dentro dessas alternativas, destaca-se a tecnologia de ultrassom que pode reduzir os custos e auxiliar na preservação de alimentos (Ashokkumar, 2015)

A tecnologia do ultrassom possui aplicações no processamento de alimentos ou empregada em processos direcionados a melhorar a qualidade e a segurança dos alimentos dentre eles vários processos como congelamento, corte, secagem, revestimento, branqueamento, esterilização e extração foram aplicados eficientemente na indústria alimentícia (Verruck; Prudencio, 2018). Essas ondas sonoras ultrassônicas são definidas



superiores a frequência 20 kHz, e não são permitidas ser detectadas pelo ouvido humano, pois é limitado a gama de frequência de 16 Hz à 20 kHz (Garbe, 2010).

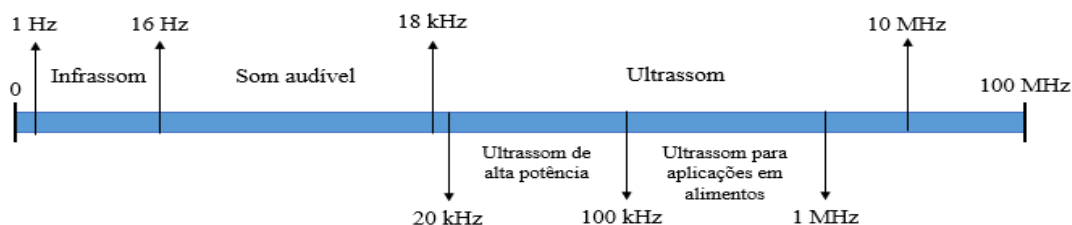
O ultrassom incita efeitos mecânicos, químicos e bioquímicos em meio líquido, e um desses fenômenos denomina-se de cavitação, responsável por numerosa parte dos efeitos do ultrassom sobre a matriz alimentar, origina-se quando a onda ultrassônica atravessa o meio líquido, provocando alternância de ondas de compressão e rarefação, produzindo bolhas no líquido, desta maneira, durante o ciclo de expansão, ocorre a difusão de gases para o interior da bolha, promovendo sua expansão (Alves et al., 2013). Desta forma, esta revisão tem como objetivo fazer um apanhado das principais aplicações do ultrassom em alimentos.

## 2. DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Ultrassom

O ultrassom é definido como uma forma de energia produzida pelas ondas sonoras com frequência superior à 20 kHz (Turantaş et al., 2015). De acordo com a frequência, as faixas de som são divididas em baixa intensidade e alta frequência (1–10 MHz) e alta intensidade e baixa frequência ( $>5 \text{ W/cm}^2$  ou  $10\text{--}1000 \text{ W/cm}^2$ , com 20–100 kHz), conforme representadas na Figura 1. As duas faixas podem ser utilizadas no processamento de alimentos (Alarcon-Rojo et al., 2019), podendo ser empregada de forma não-destrutiva para caracterizar componentes e também utilizar sua capacidade de modificar estruturas (Alarcon-Rojo et al., 2015).

**Figura 1** – Esquema de frequência de ondas sonoras.

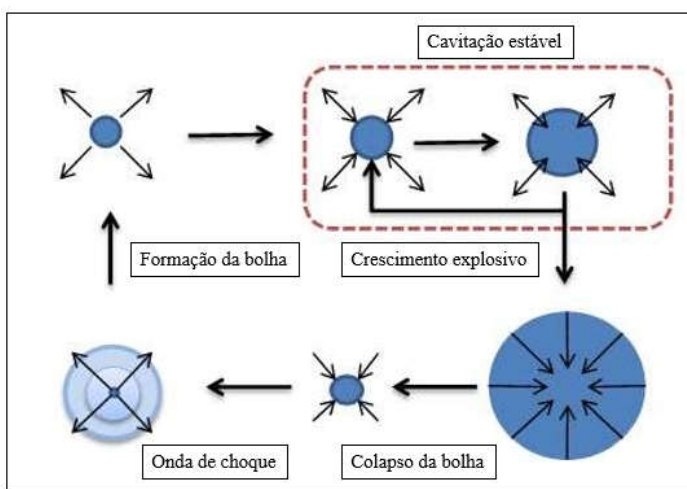


Fonte: Adaptado Verruck e Prudencio (2018)



O uso de baixas frequências (20 – 100 kHz) com alta potência (10 – 100 W/cm<sup>2</sup>) pode levar a mudanças físicas ou reações químicas em estruturas sonicadas, enquanto as altas frequências com baixa potência não induzem mudanças físico-químicas nas estruturas (Ashokkumar, 2015). Desta forma, as principais frequências usadas no processamento com o ultrassom parecem estar na região de potência com o intervalo de 20 a 25 kHz (Paniwnyh, 2017). Esse fenômeno ocorre predominantemente em baixas frequências, o que é chamado de cavitação. A ruptura dessas bolhas pode ser consideradas pequenas implosões, que geram altos níveis de energia (Ashokkumar, 2015).

**Figura 2** – Efeito de cavitação.



Fonte: Adaptado de Aguilar (2014).

## 2.2 Aplicação em Frutas e Hortaliças

Vários estudos demonstraram a capacidade do ultrassom em inativar microrganismos e enzimas deteriorantes e patogênicas em sucos de frutas. Isso é frequentemente atribuído ao rompimento das membranas da parede celular e produção de radicais livres (Alarcon-Rojo et al., 2015). Afirma-se também que o uso do ultrassom produz forças que resultam na quebra e rompimento das paredes celulares de microrganismos (Paniwnyh, 2017).

Zeng et al. (2013) avaliaram o efeito do ultrassom quando aplicado por 0, 30, 60 e 90 min, a 20 °C e 25 kHz em suco de maçã, e observaram a redução da população microbiana de bolores e leveduras quando comparada com amostras controle (sem aplicação de ultrassom). Resultados semelhantes foram obtidos em suco de limão em que



ocorreu a redução dos contaminantes microbianos e patogênicos de 5 ciclos log (Elvira et al., 2014) e devido a resultados como estes, pelo fato do ultrassom ser eficaz na redução microbiana de 5 ciclos log estabelecidos pelo FDA para sucos de frutas, está técnica pode ser considerada um método de pasteurização (Patil et al., 2009).

No estudo realizado por Park e Ha (2019), os autores relataram que apenas aplicação do ultrassom (40 kHz por 5 min) em suco de maçã resultou em uma baixa inativação de patógenos, porém quando combinado ao ácido fumárico resultou em uma redução de 5,3 ciclos log na carga microbiana de *Escherichia coli* sem afetar as características sensoriais do suco.

## 2.3 Aplicação em Carnes e Ovos

O ultrassom, sozinho ou em combinação com outros métodos, tem demonstrado ter potencial para aplicações que vão desde melhorar parâmetros de qualidade da carne, tais como textura, modificando as propriedades funcionais de proteínas, aumento do prazo de validade, reestruturação de produtos de carne, redução do teor de sal e tempo de cozimento, bem como a inativação dos microrganismos na carne e produtos cárneos processados (Alarcon-Rojo et al., 2015).

Em um estudo realizado por Liao et al. (2018), a carne de aves foi submetida ao ultrassom a 198 W, 20 kHz por 12 minutos, e foi possível observar a inativação de 98,1% de *Escherichia coli* e 81,3% de *Staphylococcus aureus*. Seo et al. (2019) avaliaram a eficácia do tratamento do ultrassom (37 kHz por 5 min) combinado com etanol em uma concentração de 30% em pele de galinhas. Os autores observaram a redução de 2,49 log<sub>10</sub> UFC/g de *Salmonella Typhimurium*, porém quando aplicado o ultrassom isoladamente o tratamento não foi eficaz.

O tratamento do ultrassom em peito de frango foi eficaz no controle do crescimento de bactérias patogênicas como *Staphylococcus aureus* e *Salmonella spp.* segundo estudos de Piñon et al. (2020). Segundo os autores o ultrassom contribuiu para prolongar a vida útil do produto, entretanto, destaca que outros tratamentos alternativos combinados com a cavitação gerada pelo ultrassom deveriam ser investigados para reduzir o número desses patógenos para futura aplicação na indústria cárnea, utilizado como um método de prevenção.

Bi (2020) investigou o potencial do uso do ultrassom combinado com o tratamento com lisozima (enzima hidrolítica) como uma tecnologia de pasteurização no



processamento de ovo inteiro líquido. Os resultados mostraram que a inativação de *Salmonella Typhimurium* foi maior com o aumento da temperatura, potência e tempo aplicados, sendo o melhor resultado alcançado quando utilizado  $968 \text{ W/cm}^2$ ,  $35^\circ\text{C}$  e 20 min. Nesta mesma condição, a inativação do tratamento utilizando ultrassom com lisozima foi maior ( $p < 0,05$ ) que o controle (ultrassom isoladamente), sendo os resultados de  $4,26 \log_{10} \text{ UFC/g}$  e  $3,31 \log_{10} \text{ UFC/g}$ , respectivamente. Desta forma, é possível verificar que o ultrassom é uma tecnologia com grande potencial para aplicação em tecnologia de alimentos, no campo de inibição de microrganismos.

Baseado em Huang et al. (2018), muitas metodologias vêm sendo sugeridas fundamentadas na utilização do ultrassom combinado com compostos químicos. Os autores citados realizaram a aplicação de cloro livre ativo juntamente com a lavagem ultrassônica em um estudo em folhas de alface, visando a redução da contaminação cruzada durante a etapa de lavagem para células de *Escherichia coli* e *Listeria monocytogenes*, e observaram uma redução bacteriana de aproximadamente  $0,5 \log \text{ UFC/cm}^2$ , e concluíram que o ultrassom tem potencial para ser uma alternativa para manter a segurança e a qualidade de alimentos frescos.

### 2.3 Aplicação em Produtos Lácteos

A ultrassonicação por ser um método não térmico de preservação de alimentos que tem a vantagem de inativar os microrganismos nos alimentos sem causar os efeitos colaterais comuns associados aos tratamentos térmicos convencionais na indústria de lácteos, como perda de nutrientes e sabor. Guimarães (2019) aplicou essa tecnologia emergente em bebida láctea de graviola comparando ao tratamento térmico convencional ( $75^\circ\text{C}/15 \text{ s}$ ). O tratamento chegou a uma temperatura não letal ( $53 \pm 3^\circ\text{C}$ ), e mostrou ser melhor que o tratamento térmico para melhorar a estabilidade cinética da bebida láctea, evitando a separação de fases. Também provocou algumas mudanças no perfil nutricional da bebida como o teor de compostos fenólicos, melhora da atividade antioxidante e anti-hipertensiva e diminuição de minerais indesejáveis, entretanto algumas mudanças negativas como a degradação do ácido ascórbico, diminuição de alguns minerais e produção de muitos compostos voláteis. Cameron (2008) similarmente fez essa comparação com análise microbiológica, e após submeter a ultrassonicação (20 kHz, 750 W), obteve uma redução de *Escherichia coli* e *Saccharomyces cerevisiae* em mais que 99% (para ambos os meios de suspensão) e o *Lactobacillus acidophilus* foi reduzido em





72% e 84% em solução salina e leite, respectivamente. Passinato (2018) aplicou o ultrassom em leite concentrado, no modo de operação normal, os resultados demonstraram diminuição nos valores de acidez e viscosidade em produção de leite em pó, e efeitos de melhoria na homogeneização e no crescimento de bactérias lácticas.

Outra aplicação foi descrita por Lorenzetti (2018) para redução do tempo de hidrólise enzimática das proteínas do soro de leite. Em um processo convencional, o processo de hidrólise com a utilização de pepsina ocorre naturalmente em 10 horas a 37 °C e pH 2,5, em solução aquosa, enquanto que com o uso do ultrassom, o tempo foi de 6 horas.

### 3 CONCLUSÃO

As pesquisas realizadas comprovam que a utilização do ultrassom pode ser uma ferramenta importante da indústria de alimentos, para melhoria da qualidade de seus produtos e otimização de processos. Estudos que viabilizem sua aplicação em escala industrial são fundamentais.

### AGRADECIMENTOS

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Código de Financiamento 001, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

### REFERÊNCIAS

AGUILAR, I. F. I. **Medição e influência da cavitação induzida por ultrassom na erosão de materiais de engenharia**. 2014. 87 f. Dissertação (Mestrado em Metrologia) – Metrologia para Qualidade e Inovação – PUC-Rio, Rio de Janeiro-RJ. Disponível em: <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/37319/37319.PDF>.

ALARCON-ROJO, A. D.; JANACUA, H.; RODRIGUEZ, J. C.; PANIWNKY, L.; MASON, T. J. Power ultrasound in meat processing. **Meat Science**, v. 107, p. 86–93, 2015.

ALARCON-ROJO, A. D.; CARRILLO-LOPEZ, L. M.; REYES-VILLAGRANA, R.; HUERTA-JIMÉNEZ, M.; GARCIA-GALICIA, I. A. Ultrasound and meat quality: A review. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 55, n. September 2018, p. 369–382, 2019.

ASHOKKUMAR, M. Ultrasonics Sonochemistry Applications of ultrasound in food and bioprocessing. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 25, p. 17–23, 2015.



BI, X., WANG, X., CHEN, Y., CHEN, L., XING, Y., CHE, Z. Ultrasonics Sonochemistry Effects of combination treatments of lysozyme and high power ultrasound on the Salmonella Typhimurium inactivation and quality of liquid whole egg. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 60. 2020.

GARBE, C. A. **Estudo biomecânico para reabilitação do ouvido médio humano**. 2010. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto – Portugal. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/61262/1/000147844.pdf>. Acesso 08 jun. 2021.

CAMERON, M.; MCMASTER, L. D.; BRITZ, T. J. (2008). Electron microscopic analysis of dairy microbes inactivated by ultrasound. **Ultrasonics Sonochemistry**, 15, 960–964.

ELVIRA, L.; DURÁN, C. M.; URRÉJOLA, J.; MONTERO DE ESPINOSA, F. R. Detection of microbial contamination in fruit juices using non-invasive ultrasound. **Food Control**, v. 40, p. 145–150. 2014.

GUIMARÃES, J. T. **Elaboração De Bebida Láctea Prebiótica De Graviola Processada Por Ultrassom De Alta Intensidade**. 2019. 126 f. Dissertação (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária da Universidade Federal Fluminense, Niterói-RJ. Disponível em: [https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id\\_trabalho=7605435](https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=7605435)

HUANG, K.; WRENN, S.; TIKEKAR, R.; NITIN, N. Efficacy of decontamination and a reduced risk of cross-contamination during ultrasound-assisted washing of fresh produce. **Journal of Food Engineering**, v. 224, p. 95–104, 2018.

KHANDPUR, P.; GOGATE, P. R. Evaluation of ultrasound based sterilization approaches in terms of shelf life and quality parameters of fruit and vegetable juices. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 29, p. 337-353, 2016.

LIAO, X.; LI, J.; CHEN, S.; et al. Multiple action sites of ultrasound on Escherichia coli and Staphylococcus aureus. **Food Science and Human Wellness**, v. 7, n. 1, p. 102–109, 2018.

LORENZETTI ANGÉLICA. **Efeito do ultrassom na hidrólise enzimática das proteínas do soro lácteo e disponibilidade in vitro**. 2018. 99 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/191687/PEAL0315-D.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>

PANIWNYH, L. Applications of ultrasound in processing of liquid foods: A review. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 38, p. 794-806, 2017.

PARK, JI-SOOK, HA, JAE-WON. Ultrasound treatment combined with fumaric acid for inactivating food-borne pathogens in apple juice and its mechanisms. **Food Microbiology**, v. 84, p. 103277, 2019.



PASSINATO, R. (2018). **Emprego de ultrassom na fabricação de leite em pó com adição de probióticos**. 2018. 97 f. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – UFSM, Santa Maria-SC.

Disponível em:

[https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/18630/DIS\\_PPGCTA\\_2018\\_PASSINATO\\_ROBERTA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/18630/DIS_PPGCTA_2018_PASSINATO_ROBERTA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

PATIL, S., BOURKE, P., KELLY, B., FRÍAS, J. M., CULLEN, P. J., The effects of acid adaptation on *Escherichia coli* inactivation using power ultrasound. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 10, p. 486–490. 2009.

PIÑON, M. I.; ALARCÓN-ROJO, A. D.; RENTERIA, A. L.; CARRILLO-LÓPEZ, L. M. Microbiological properties of poultry breast meat treated with high-intensity ultrasound. **Ultrasonics**, v. 102, p. 105680, 2020.

VERRUCK, S.; PRUDENCIO, S. **Ultrassom na indústria de alimentos: aplicações no processamento e conservação** – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018.

SEO, M. K., JEONG, H. L., HAN, S. H., KANG, I., HA, S. D. Impact of ethanol and ultrasound treatment on mesophilic aerobic bacteria, coliforms, and *Salmonella Typhimurium* on chicken skin. **Poultry Science**, v.98, p. 6954–6963. 2019.

TURANTAS, FULYA; KÖLÖÇ, GÜLDEN BAŞYİĞİT; KÖLÖÇ, BIROL. Ultrasound in the meat industry: general applications and decontamination efficiency. **International Journal of Food Microbiology**, v.198, p. 59-69, 2015.

ZENG, X., HASHIM, M. M., HU, B., ABID, M., LEI, S., ZHANG, X., JABBAR, S., Effect of ultrasound on different quality parameters of apple juice. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 20, p. 1182–1187. 2013.