



ULTRASSOM E MANUTENÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS

Débora Lemos Lino^a, Hugo Scudino^b, Jonas Toledo Guimarães^b,
Marcia Cristina Silva^a, Adriano Gomes da Cruz^a

a Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ),
Departamento de Alimentos

b Universidade Federal Fluminense (UFF), Faculdade de Medicina Veterinária

RESUMO

O consumo de alimentos ricos em compostos bioativos é reportado na literatura como um hábito que auxilia na prevenção de doenças cardiovasculares, doenças metabólicas, inflamatórias e carcinogênicas. Os avanços tecnológicos dos alimentos visam aprimorar processamentos e estocagem, minimizando alterações e degradações que podem depreciar a qualidade dos alimentos. O ultrassom tem sido aplicado como tecnologia de conservação de alimentos e método de extração de compostos, gerando menores perdas nutricionais quando comparado às tecnologias tradicionais térmicas. Assim, esta revisão tem como objetivo relatar parâmetros comprovadamente definidos no processamento por ultrassom e exemplificar diferentes aplicações relacionadas à compostos bioativos em alimentos.

Palavras-chave: ultrassom, compostos bioativos, conservação, tecnologia.



1. INTRODUÇÃO

O consumo de alimentos ricos em compostos bioativos é um hábito que auxilia na manutenção da saúde, sendo eficiente no tratamento e prevenção de doenças cardiovasculares, doenças metabólicas, inflamatórias e carcinogênicas (Yildiza et al., 2019). Segundo a RDC Nº 243, de 26 de julho de 2018, substância bioativa é definida como “nutriente ou não nutriente consumido normalmente como componente de um alimento, que possui ação metabólica ou fisiológica específica no organismo humano”.

Os polifenóis são encontrados em uma grande variedade de frutas e vegetais e apresentam atividades antioxidantes, por auxiliarem na eliminação de espécies reativas de oxigênio. Esses compostos possuem propriedades contra o estresse oxidativo das células, sendo assim, mitigadores de processos degenerativos. Para que estas substâncias permaneçam disponíveis, há um aumento no interesse e pesquisa de métodos não térmicos que promovam mudanças com poucas alterações nas estruturas moleculares (Aghajani et al., 2020).

Desde Appert a necessidade de diminuir a perecibilidade dos alimentos é perseguida pelos cientistas. A eminência da fome e a indústria da guerra impulsionaram a indústria dos alimentos. Alimentos fortificados e com vida de prateleira estendida foram criados para solucionar uma carência comercial e sanitária. (Ghoshal et al, 2018)

São muitas as tecnologias emergentes, como plasma, ozônio, ultrassom, processamento de alta pressão (HPP) e luz pulsada, que se mostram com bons resultados após o processamento. Estas tecnologias desencadeiam poucas alterações

na composição da matriz alimentar, sabor, nutrientes e compostos bioativos preservados (Linhares et al., 2020).

A tecnologia de ultrassom tem atuação mecânica, promove a melhoria de compostos bioativos, é facilmente reproduzível e economicamente viável (Yikmis et al., 2020). Atende aos parâmetros de segurança dos alimentos de cinco reduções de log de micro-organismos presentes em sucos de frutas, exercendo o mínimo de efeitos na qualidade de seus compostos (Salleh-Mack & Roberts, 2007). Fisicamente, ocorrem choques de ondas de cavitação acústica e microjatos, enquanto que quimicamente, ocorrem possíveis formações de radicais livres por meio da lise promovida pelas ondas sonoras e vapor de água, como demonstrado na Figura 1 (Yikmis et al., 2020).

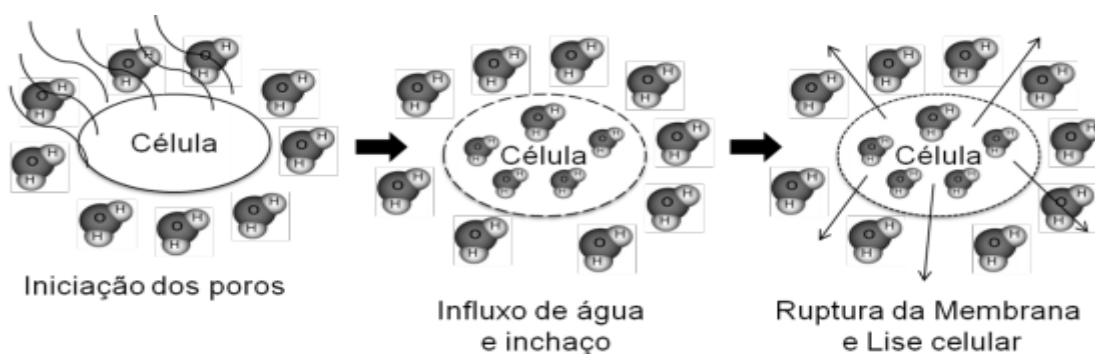


Figura 1: Esquema de lise celular de micro-organismos patogênicos induzido por ultrassom.

Fonte: Verruck & Prudencio, 2018.

O ultrassom age por meio de ondas sonoras mecânicas de origem com movimentos que variam em um meio de propagação. As frequências são agrupadas em: baixa frequências (20 kHz-100 kHz), frequências médias (100 kHz – 1 MHz) que podem ser utilizadas em tecnologias de alimentos e altas frequências (5 MHz - 10 MHz) que frequentemente são para fins médicos e diagnósticos. Essas frequências de ondas

costumam não serem percebidas pela audição humana conforme esquematizado na Figura 2 (Gallo, 2018; Fonte: Verruck & Prudencio, 2018.).

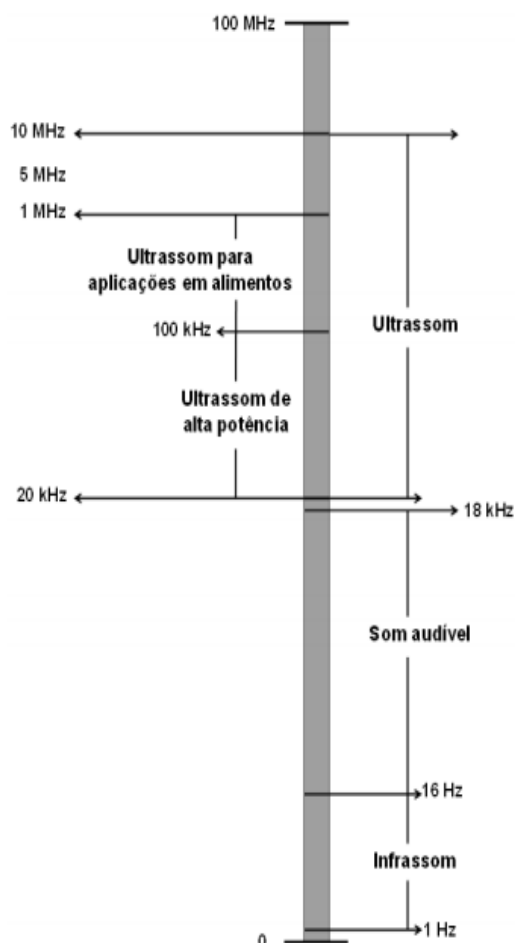


Figura 2: Esquema de frequência de ondas sonoras.

Fonte: Verruck & Prudencio, 2018

O ultrassom tem se destacado nos estudos para extração, filtração, cristalização, homogeneização, corte e inativação de micro-organismos deteriorantes (Aguilar-Camacho et al., 2018). Porém, ondas de alta frequência podem induzir danos aos vegetais gerando um estresse pós tratamento. Este estudo tem como objetivo relacionar o uso do ultrassom e a degradação de compostos bioativos.



2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foi executado levantamento bibliográfico utilizando como palavras chave para buscar os termos ultrassom e compostos bioativos, em inglês e português, na base de dados do Pubmed e Periódicos Capes. Foram excluídos os estudos com mais de 5 anos de publicação e os quais apresentaram objetivos que não eram compatíveis com a investigação deste trabalho.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os avanços tecnológicos de conservação e de análises laboratoriais, reforçou-se que haviam alimentos que eram constituídos de substâncias que promoviam reações benéficas ao organismo. Porém, longos períodos de aquecimento não garantiam que todo o potencial funcional e sensorial fosse preservado. O ultrassom é uma tecnologia de frequência, tempo e amplitude controladas. Além de método de conservação, pode ser utilizado na extração de compostos de maneira coadjuvante, obtendo ótimos resultados em composição e qualidade.

Diante de achados tão promissores, a preocupação está em delimitar parâmetros que sejam eficazes na preservação das características que os consumidores atuais valorizam e que já são descritas como promotoras de saúde. A indústria de alimentos tem o papel de avançar em metodologias, formulações de produtos e ingredientes, aliados dos hábitos saudáveis e seguros.

O mercado consumidor atual preconiza alimentos frescos e praticidade para acompanhar a vida moderna. O desenvolvimento de tecnologias é importante para que a saúde caminhe concomitante a conservação dos alimentos. As demandas do consumidor moderno são alimentos que confirmem praticidade, maior tempo de



prateleira, nutrientes biodisponíveis e preservados. A pasteurização assegura a qualidade e segurança dos alimentos, porém também expõe a matriz alimentícia a altas temperaturas por um período capaz de resultar em efeitos negativos com relação aos aspectos nutricionais dos alimentos.

Existem evidências de que os protocolos de tratamentos não térmicos para pasteurização e extração de compostos bioativos aumentam as concentrações destes (Linhares et al, 2020). Diversos são os usos para o ultrassom no processamento de alimentos, desde o pré-tratamento à extração de substâncias intracelulares através do extravasamento que ocorre com o rompimento das paredes celulares (Radziejewska-Kubzdela et al., 2020). A Tabela 1 relaciona as aplicações reportadas na literatura.

Tabela 1: Aplicações do ultrassom em alimentos, relacionadas à compostos bioativos.

Descrição	Resultados	Referência
Efeito do tratamento de ultrassom na cor e teores de vitamina C, fenóis totais e carotenóides no suco de groselha	O tratamento com ultrassom aumentou os percentuais de fenóis totais, carotenoides e retinol do suco de gooseberry. As análises A diminuição do ácido ascórbico afetou a eficácia da função antioxidante e poderia alterar na conservação e consequentemente no tempo de prateleira. Ocorreram também mudanças na coloração de amarelo tornou-se avermelhada. Os autores consideraram o tratamento de ultrassom uma boa alternativa para conservação dos alimentos e auxilia na biodisponibilidade de carotenoides e fenóis.	Ordóñez-Santos et al., 2017
Efeito no teor de compostos fenólicos totais presentes em suco fresco	Os compostos fenólicos totais presentes no suco fresco não se alteraram significativamente quando submetidos a ultrassom a 50, 54 e 58 °C durante 10 minutos. Porém, houve um aumento no teor de carotenóides totais em 2,7, 3,2 e 3,4%, respectivamente, de acordo com a temperatura empregada.	Pokhrel et al., 2017



Compostos antioxidantes naturalmente presentes em alguns óleos essenciais e associação com ultrassom	Compostos antioxidantes naturalmente presentes em alguns óleos essenciais podem diminuir os processos de oxidação e reações entre os radicais peroxila e hidroxila. O uso de associado de tratamento ultrassônico foi utilizado como alternativa para melhorar a extração de óleos essenciais, pois as técnicas tradicionais têm muitas limitações, como alto custo, alta temperatura e alta degradação de compostos ativos, resultando em perda da qualidade.	Nora & Borges, 2017
Efeitos da extração assistida por ultrassom em polifenólicos obtidos de <i>Physalis angulata</i>	A extração teve como objetivo preservar os polifenóis totais de <i>Physalis angulata</i> . Os parâmetros utilizados foram: 1,039 mg GAE g ⁻¹ de extrato em 40 ° C, 0,01 g mL ⁻¹ e 53% de etanol). Os resultados foram um aumento de 1,48 vezes comparado ao método tradicional de extração. As melhores condições de extração foram temperatura de 30 °C, tempo de 5 min, potência ultrassônica de 150 W, proporção amostra / solvente de 8: 100 g/mL e concentração de acetona de 60%.	Carniel et al., 2018
Aplicação em suco de maçã	O ultrassom com amplitude acima de 120 µm e 60 ° C por 5 min obteve um excelente sinergismo entre sonicação, tempo e aquecimento, aumentando a sensibilidade microbiana, e o pH baixo, por meio da cavitação, resultou em alteração na membrana externa da estrutura celular.	Yildiza, et al., 2019
Aplicação no processamento de néctar e efeito nos compostos bioativos	A pasteurização de néctar de camu-camu foi realizada a 40 kHz, termossonicação a 40, 50 e 60 °C por 30 ou 60 min. No tratamento com ultrassom (30min), não houve redução significativa do conteúdo de antocianinas e o comportamento inverso ocorreu para a aplicação de ultrassom em 60 min. O processamento aumentou o teor de bioativos e os tornou mais biodisponíveis na digestão. Porém, reduziu a concentração com o aumento da temperatura de processamento. Peroxidase e polifenol oxidase diminuíram significativamente após a termossonicação. Não houve efeito significativo nos micro-organismos, justificado devido à baixa contaminação da polpa e ao	Souza et al., 2019



baixo pH, que naturalmente dificultam o crescimento microbiano.

Otimização da radiação UV-C combinada com extração assistida por ultrassom de tomate cereja	Ultrassom utilizado como tecnologia de extração de substância bioativa presente no tomate associado ao etanol, este utilizado como solvente. Concentrações de 1:10, 1:20, 1:30 amostra/solvente, respectivamente com sonicação de 20 kHz/ 20°C durante 4, 8 e 12 minutos. Os achados desse experimento comprovaram que foram significativamente bons para determinação da concentração de licopeno extraído.	Lima et al., 2019
Efeitos do tratamento de tanase e ultrassom em compostos bioativos e atividade antioxidante de extrato de chá verde	Tratamento combinado de ultrassom e tanase (UST) com potência ultrassônica consistente de 360 W. Os valores antioxidantes na temperatura de 45 e 55 °C não fizeram diferença significativa. Com um aumento adicional na temperatura de 55 para 85 °C, ocorreram diminuições na capacidade antioxidante, pois a alta temperatura pode diminuir a atividade enzimática. A temperatura de 45 °C foi selecionada para dar seguimento aos estudos. As capacidades antioxidantes aumentaram significativamente de 0 a 10 min e atingiu o pico em 10 min. O prolongamento do tempo ultrassônico permitiu que as enzimas reagissem com substrato completamente, o que levou a um aumento nas capacidades antioxidantes. No entanto, com tempo de ultrassom superior a 10 minutos, as capacidades antioxidantes começaram a diminuir.	Xu et al., 2019
Efeito do ultrassom nos compostos bioativos de suco de <i>Berberis amurensis</i> Rupr.	Os berberis foram colhidos maduros, são alimentos ricos em compostos fenólicos, antocianinas e ácido ascórbico. O estudo foi avaliou a influência do ultrassom (frequência 20 kHz, amplitude 70%, potência 140 W por 10 min), aquecimento (80 ° C, 5 min) e pré-tratamento enzimático do mash (50 ° C, Rohapect 10L a uma dose de 0,23 g / 1000 g, tempo de maceração 60 min) sobre o rendimento, o teor de compostos fenólicos (incluindo antocianinas), o ácido ascórbico e a capacidade antioxidante do suco de <i>Berberis amurensis</i> . O tratamento o mash aumentou 20%	Radziejewska-Kubzdela, et al., 2020



	a peonidina-3-O-glucosídeo (antocianina) em comparação a fruta crua. O tratamento enzimático e térmico melhorou a concentração de compostos fenólicos no suco. Entretanto o teor de 4-hidroxibenzoato reduziu. A quercetina-3-Oglicosídeo reduziu ou inalterou valores. O tratamento do mash melhorou a perda de ácido ascórbico no suco. O tratamento térmico associado a sonicação da mostrou-se aliada da qualidade dos teores fenólicos e antioxidantes e qualidade sensorial.	
Efeito do processamento térmico e não térmico na composição do suco de açaí	O ultrassom por 5 min a 372,93 W/cm² de potência (US.12) e ultrassom seguido de luz pulsada apresentaram efeitos significativos na composição do suco de açaí. Tratamentos de ultrassom e plasma combinados obtiveram aumento na quantidade de ácidos. A ação combinada de ultrassom seguido por Luz Pulsada melhoraram em 8% a bioacessibilidade da vitamina C. Desta maneira, os processamentos empregados provocaram modificações benéficas na composição dos alimentos (a depender de tempo e intensidade).	Linhares et al., 2020

4. CONCLUSÕES

Produtos processados sem aditivos químicos tendem a atrair consumidores. Nossos hábitos alimentares, a comida escolhida e como a consumimos compõe a cultura de um povo e o identifica no mundo. A comida nos une, pode nos curar ou envenenar (Sharif, 2018).

Com benefícios relacionados à maior preservação nutricional e melhor extração, o uso do ultrassom em alimentos se mostra promissor. São necessários mais estudos para definir parâmetros de processamento para diferentes classes de alimentos, associados aos diversos efeitos na matriz alimentar.



5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aghajani , A., Seyed Ali Mortazavi, Farideh Tabatabaei Yazdi , Masoud Shafafi Zenzorian, and Mohammad Reza Saeidi Asl. Optimized ultrasound-assisted extraction of antioxidant and bioactive compounds from *Ferulago angulata* by response surface methodology .Songklanakarin J. Sci. Technol. 42 (1), 8-14, 2020.

Aguilar-Camacho, M. , J. Welte-Chanes, D.A. Jacobo-Velázquez, Combined effect of ultrasound treatment and exogenous phytohormones on the accumulation of bioactive compounds in broccoli florets, Ultrasonics Sonochemistry (2018)

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Segundo a RDC Nº 243, DE 26 DE JULHO DE 2018. Dispõe sobre os requisitos sanitários dos suplementos alimentares. Brasília, 2018.

Carniel, N., Rogério Marcos Dallago, Denise Bilibio, Anderson Luiz Nunes , João Paulo Bender, Wagner Luiz Priamo, The effects of ultrasound-assisted extraction on polyphenolics compounds obtained from *Physalis angulata* using response surface approach , Acta Scientiarum. Technology, v. 40, e35530,2018.

Gallo, M. , Lydia Ferrara and Daniele Naviglio , Application of Ultrasound in Food Science and Technology: A Perspective. Foods 2018, 7, 164;

Ghoshal,G.,Emerging Food Processing Technologies, Food Processing for Increased Quality and Consumption,Handbook of Food Bioengineering,2018, Pages 29-65.

JACOTET-NAVARRO, M. et al. Towards a “dry” biorefinery without solvents or added water using microwaves and ultrasound for total valorization of fruit and vegetable byproducts. Green Chemistry, v.18, p.3106-3115, 2016. Linhares, d.F.D., Alves Filho, E.G., Silva, L.M.A., Fonteles, T.V., Wurlitzer, N.J., de Brito, E.S., Fernandes, F.A.N., Rodrigues, S., Thermal and non-thermal processing effect on açai juice composition, Food Research International, 2020.

Lima, A. R., Nathana L. Cristofolia, Josamaique G. Venerala , Alcilene R. M. Fritza , and Margarida C. Vieirab, Optimization Conditions of UV-C Radiation Combined with



Ultrasound-Assisted Extraction of Cherry Tomato (*Lycopersicon esculentum*)

Lycopene Extract. October, 2019 Volume 8, pages 65–80.

NAYAK et al. Comparison of microwave, ultrasound and accelerated-assisted solvent extraction for recovery of polyphenols from *Citrus sinensis* peels. Food Chemistry, 187, 507-516. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.04.081.

Nora, F. M. D., Caroline Dellenghausen Borges, Ultrasound pretreatment as an alternative to improve essential oils extraction, *Ciência Rural*, Santa Maria, v.47: 09, e20170173, 2017.

Ordóñez-Santos, L, E., Jader Martínez-Girón, Maria Enith Arias-Jaramillo, Effect of ultrasound treatment on visual color, vitamin C, total phenols, and carotenoids content in Cape gooseberry juice. Food Chemistry 233 (2017) 96–100.

Pavlić, B., Teslić, N., Zengin, G., Đurović, S., Rakić, D., Cvetanović, A., Gunes, A.k., Zeković, Z., Antioxidant and enzyme-inhibitory activity of peppermint extracts and essential oils obtained by conventional and emerging extraction techniques, Food Chemistry ,2020.

Pokhrel, P. R., Daniela Bermudez-Aguirre, Hector E. Martínez-Flores, M. Guadalupe Garnica-Romo, Shyam Sablani , Juming Tang , and Gustavo V. Barbosa-Canovas, Combined Effect of Ultrasound and Mild Temperatures on the Inactivation of *E. coli* in Fresh Carrot Juice and Changes on its Physicochemical Characteristics Vol. 00, Nr. 00, 2017 Journal of Food Science, 2017.

Yildiza, S., Prashant Raj Pokhrel , Sevcan Unluturkc , Gustavo V. Barbosa-Cánovas Identification of equivalent processing conditions for pasteurization of strawberry juice by high pressure, ultrasound, and pulsed electric fields processing. Innovative Food Science and Emerging Technologies 57, 2019 .

Yıkmiş, S., Bozgeyik, E. & Şimşek, M.A. Ultrasound processing of verjuice (unripe grape juice) vinegar: effect on bioactive compounds, sensory properties, microbiological quality and anticarcinogenic activity. J Food Sci Technol 57, 3445–3456 (2020). <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04379-5>



Radziejewska-Kubzdela,E., Szwengiel,A., Ratajkiewicz,H., Nowak ,K. Effect of ultrasound, heating and enzymatic pre-treatment on bioactive compounds in juice from *Berberis amurensis* Rupr. Ultrasonics Sonochemistry Volume 63, May 2020.

Salleh-Mack, S.Z., Roberts ,J.S. Ultrasound pasteurization: The effects of temperature, soluble solids, organic acids and pH on the inactivation of *Escherichia coli* ATCC 25922. Ultrasonics Sonochemistry. Elsevier. March 2007

Souza,F. C. A., Moura, L. G. S., Bezerra ,K.O., Aguiar, J. P. L., Mar, J.M., Sanches, E. A., Santos,F.F., Bakry, A.M., Paulino, B. N., Campelo, Campelo, P. H. Food and Bioproducts Processing. Elsevier.July 2019

Verruck,S. & E. S. Prudencio. Ultrassom na indústria de alimentos: aplicações no processamento e conservação, 2018.

Xu, Xiao-Yu. , Jin-Ming Meng , Qian-Qian Mao , Ao Shang , Bang-Yan Li , Cai-Ning Zhao , Guo-Yi Tang , Shi-Yu Cao , Xin-Lin Wei , Ren-You Gan , Harold Corke and Hua-Bin Li. Effects of Tannase and Ultrasound Treatment on the Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of Green Tea Extract. Antioxidants 2019, 8, 362.