

TERMOSSONICAÇÃO: FUNDAMENTOS E APLICAÇÕES EM QUEIJOS

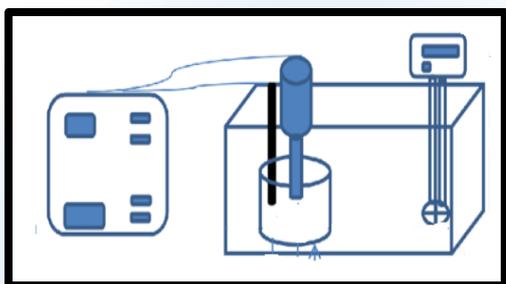
Hugo Scudino¹, Jonas T. Guimarães¹, Rafaella S. Moura², Adriano G. Cruz²

¹Universidade Federal Fluminense (UFF), Faculdade de Veterinária

²Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Departamento de Alimentos

Contato: hugoscudino@gmail.com

Instagram: @hugoscudino, @jonassguimaraes, @rafaella.moura.25, @adgomes19



A termossonicação, que é uma combinação de uso de ondas ultrassônicas e temperatura, é uma alternativa interessante para a fabricação de queijos, influenciando de forma positiva seus parâmetros de qualidade.

INTRODUÇÃO

Produtos lácteos estão cada vez mais presentes na alimentação dos brasileiros, provavelmente, devido a alta aceitabilidade pelo consumidor e por serem alimentos saudáveis, ricos em proteínas, minerais e vitaminas. Contudo, tradicionalmente esses produtos são processados por tratamentos térmicos convencionais, como a pasteurização. A desvantagem desses tratamentos é que, devido longa exposição às altas temperaturas, os produtos perdem nutrientes e podem ter alterações sensoriais indesejadas (AHMAD et al., 2019).

Uma alternativa promissora é o uso do ultrassom de alta intensidade. Essa tecnologia tem sido aplicada em diversos processos de fabricação de alimentos, onde tem demonstrado eficácia na inativação de enzimas e microrganismos indesejáveis, além de proporcionar alterações físico-químicas desejáveis.

FUNDAMENTOS DA TERMOSSONICAÇÃO

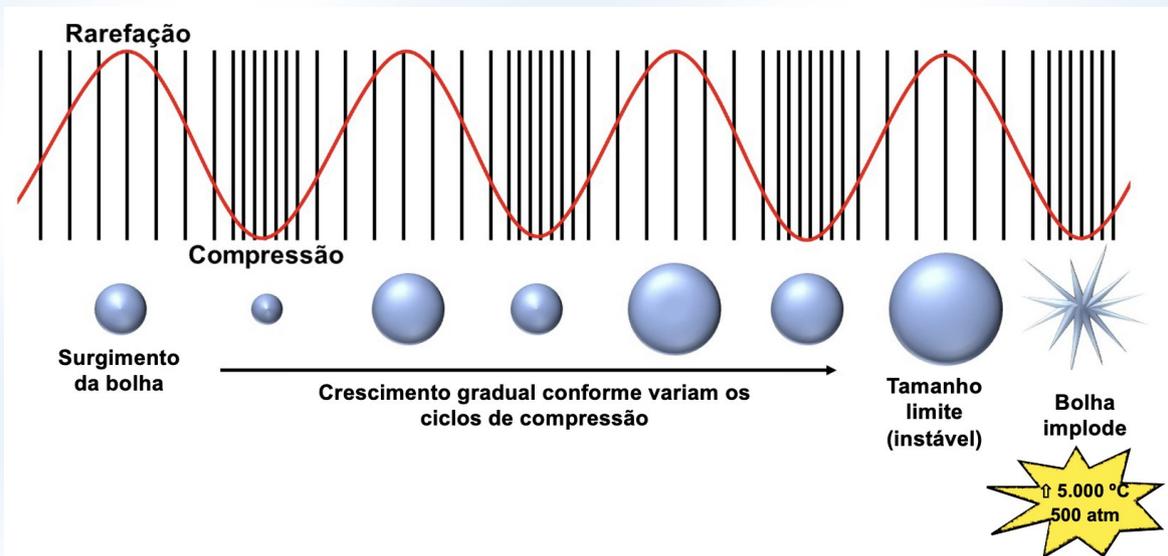
A tecnologia de ultrassom pode ser classificada em ultrassom de alta intensidade (baixas frequências, 16 – 100 kHz), ultrassom de intensidade intermediária (frequências intermediárias, 100 KHz – 1 MHz) e ultrassom de baixa intensidade (altas frequências, 1 – 10 MHz). O ultrassom de alta intensidade utiliza intensidades superiores a 1 W/cm², capazes de induzir alterações físico-químicas e microbiológicas, assim, sendo o tipo de ultrassom utilizado no processamento de alimentos.

Grande parte do efeito do ultrassom é proporcionado pela cavitação acústica, que pode ser definida como a formação, crescimento e colapso de microbolhas dentro de meio líquido, resultante de



flutuações de pressão (Figura 1). As microimplosões geradas no colapso das microbolhas podem alcançar altas temperaturas e pressões na região em volta das microbolhas, sendo este o principal mecanismo gerador de forças de cisalhamento no fluido submetido ao ultrassom (NEOKLEOUS et al., 2002).

Figura 1. Representação do fenômeno de cavitação acústica demonstrando crescimento e colapso de microbolhas no meio. Fonte: próprio autor.



A grande vantagem do ultrassom é proporcionar todos esses efeitos em baixas temperaturas, o que diminui a perda de nutrientes quando comparado aos tratamentos térmicos. Contudo, pesquisas vem demonstrando que a combinação de temperaturas brandas (< 55°C) com o ultrassom de alta intensidade tem alcançado efeitos mais significativos, principalmente em relação a inativação microbiana e enzimática. Esse processo é chamado de termossonicação (TS).

TERMOSSONICAÇÃO EM QUEIJOS

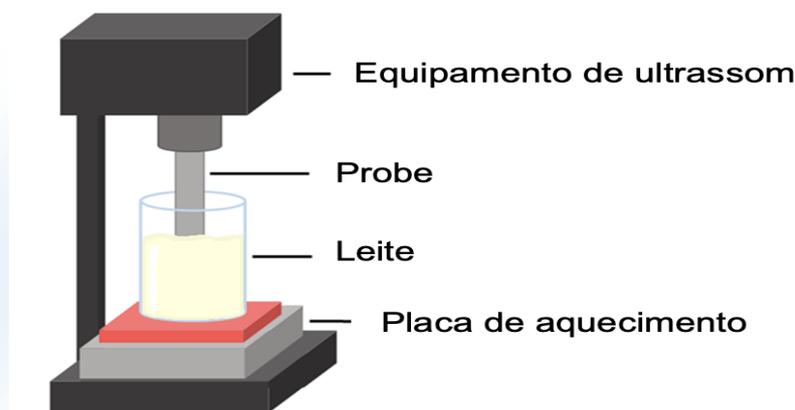
Como já mencionado, a cavitação acústica gera microimplosões de bolhas, promovendo intensas forças de cisalhamento no meio. Essas ondas de choque podem ser fortes o suficiente para enfraquecer, perfurar ou até romper as paredes celulares, liberando material intercelular e levando à morte celular. A eficácia da inativação microbiana por ultrassom (US) é influenciada pela energia total recebida pelo sistema, ou seja, depende da amplitude das ondas ultrassônicas, da potência sônica, do tempo de processamento e do volume do meio. Além disso, a temperatura do tratamento e a composição do alimento também influenciam diretamente. Neste sentido a termossonicação apresenta contribuição relevante para o desempenho do processo.

Diversos estudos comprovaram a eficácia da inativação microbiana por TS em leite e produtos lácteos (Figura 2). Mais recentemente, um estudo em queijo minas frescal (SCUDINO et al. 2023^a) comprovou que a termossonicação foi mais eficiente do que a pasteurização na inativação microbiana. Esse estudo também demonstrou que o ultrassom alterou positivamente a coloração dos queijos minas frescal, tornando-os mais brancos. Esse efeito foi possível devido a diminuição dos glóbulos de gordura

do leite durante o tratamento por TS. Assim como ocorre com as células microbianas, os glóbulos de gordura do leite são fortemente afetados pelas forças de cisalhamento e acabam se rompendo. Essa alteração na estrutura dos glóbulos promove diversas alterações físicas no produto, como estabilidade, textura e cor.

Figura 2. Demonstração de como é realizado o processo de termossonicação para produtos lácteos.

Fonte: próprio autor.



Um estudo realizado por (MOURA, et al., 2024) demonstrou que a termossonicação também pode ser uma efetiva operação para substituição da tradicional etapa de fusão, que ocorre em queijos processados como o requeijão cremoso. De fato, o uso da TS alterou positivamente as características reológicas do requeijão cremoso, tornando-se mais suave à medida que a potência do ultrassom aumentou de 200 para 600 W, o que foi atribuído a mudanças estruturais na matriz proteica e lipídica, que por sua vez teve influência decisiva nas características funcionais do produto, como o derretimento.

Além dos glóbulos de gordura, o TS também afeta a estrutura das proteínas do leite, podendo reduzir o tamanho das micelas de caseína e aumentar a porção da proteína sérica na solução. Esse conjunto de fatores fornece uma estrutura ideal para a fabricação de queijos, reduzindo o tempo de coagulação e aumentando a incorporação de água, assim, aumentando o rendimento (SCUDINO et al., 2023b).

Finalmente, a TS pode ainda alterar a lipólise de queijos, que é uma das alterações bioquímicas mais importantes que ocorrem durante sua maturação; de fato os ácidos graxos liberados durante a lipólise, juntamente com compostos voláteis e produtos proteolíticos, contribuem diretamente para o sabor do queijo. A redução dos glóbulos de gordura pelo ultrassom parece ser o fator mais importante no aumento da taxa de lipólise. Além do sabor, a proteólise ocorrida em queijos maturados feito com leite termossonicado foi capaz de proporcionar um aumento das quantidades de peptídeos bioativos no queijo, assim, proporcionando benefícios a saúde do consumidor, como atividade antimicrobiana, anti-hipertensiva e antidiabética.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A termossonicação se mostra eficaz para a fabricação de produtos lácteos, em particular queijos, com contribuições positivas para seus parâmetros intrínsecos de qualidade. De fato, a combinação do US com temperaturas brandas, torna o processo ainda mais eficiente e proporciona maiores reduções microbianas e melhora parâmetros físicos e funcionais como cor, textura e derretimento. Adicionalmente, aumenta a geração de compostos bioativos, o que é relevante para o potencial funcional do alimento. Finalmente, ela diminui o tempo de processamento em queijos e aumenta seu rendimento.

Neste sentido, TS deve ser considerado pela indústria láctea como uma alternativa interessante para a fabricação de queijos, sendo necessários estudos sensoriais com consumidores para verificação da aceitação dos produtos obtidos comparado com o tratamento convencional.

REFERÊNCIAS

AHMAD, T. et al. Impact of nonthermal processing on different milk enzymes. **International Journal of Dairy Technology**, v. 72, n. 4, p. 481-495, 2019.

MOURA, R. S. et al. Thermosonication as an effective substitution for fusion in Brazilian cheese spread (Requeijão Cremoso) manufacturing: The effect of ultrasonic power on technological properties. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 105, p. 106867, 2024.

NEOKLEOUS, I. et al. Non-thermal processing technologies for dairy products: Their effect on safety and quality characteristics. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 6, p. 856199, 2022

SCUDINO, H. et al. Thermosonication as a pretreatment of raw milk for Minas frescal cheese production. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 92, p. 106260, 2023a.

SCUDINO, H. et al. High-intensity ultrasound in cheese processing, **Current Opinion in Food Science**, v.50, 101004, 2023b.

