

Marcelo Cristianini
Adriano Gomes da Cruz
Elane Schwinden Prudêncio
Erick Almeida Esmerino
Sueli Rodrigues
Tatiana Colombo Pimentel

TECNOLOGIAS EMERGENTES NO PROCESSAMENTO DE ALIMENTOS



Blucher

**Marcelo Cristianini
Adriano Gomes da Cruz
Elane Schwinden Prudêncio
Erick Almeida Esmerino
Sueli Rodrigues
Tatiana Colombo Pimentel**

TECNOLOGIAS EMERGENTES NO PROCESSAMENTO DE ALIMENTOS

Tecnologias emergentes no processamento de alimentos

© 2023 Marcelo Cristianini, Adriano Gomes da Cruz, Elane Schwinden Prudêncio, Erick Almeida Esmerino, Sueli Rodrigues, Tatiana Colombo Pimentel

Editora Edgard Blücher Ltda.

Publisher Edgard Blücher

Editor Eduardo Blücher

Coordenação editorial Jonas Eliakim

Diagramação Taís do Lago

Preparação de texto Gabriela Castro

Revisão de texto Samira Panini

Capa Laércio Flenic

Imagem da capa Istockphoto

Blucher

Rua Pedroso Alvarenga, 1245, 4º andar

04531-934 – São Paulo – SP – Brasil

Tel 55 11 3078-5366

contato@blucher.com.br

www.blucher.com.br

Segundo Novo Acordo Ortográfico, conforme 6. ed. do *Vocabulário Ortográfico da Língua Portuguesa*, Academia Brasileira de Letras, 21 de julho de 2021.

É proibida a reprodução total ou parcial por quaisquer meios, sem autorização escrita da Editora.

Todos os direitos reservados pela Editora Edgard Blücher Ltda.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Angélica Ilacqua CRB-8/7057

Tecnologias emergentes no processamento de alimentos / Marcelo Cristianini...[et al]. – São Paulo : Blucher, 2023.

388 p.

Outros autores: Adriano Gomes da Cruz, Elane Schwinden Prudêncio, Erick Almeida Esmerino, Sueli Rodrigues, Tatiana Colombo Pimentel

Bibliografia

ISBN 978-65-5506-451-3 (impresso)

ISBN 978-65-5506-452-0 (eletrônico)

1. Processamento de alimentos
2. Tecnologia de alimentos I. Cristianini, Marcelo

22-5644

CDD 664

Índice para catálogo sistemático:

1. Processamento de alimentos

CONTEÚDO

| | |
|---|-----|
| 1. ASPECTOS GERAIS | 13 |
| 2. ALTA PRESSÃO | 23 |
| 3. FLUIDO SUPERCRÍTICO | 71 |
| 4. ULTRASSOM | 117 |
| 5. PLASMA A FRIO | 147 |
| 6. OZÔNIO | 191 |
| 7. RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA | 219 |
| 8. IRRADIAÇÃO | 247 |
| 9. MICRO-ONDAS | 285 |
| 10. AQUECIMENTO ÔHMICO | 311 |
| 11. PULSO ELÉTRICO | 353 |
| 12. ASPECTOS SENSORIAIS E PERCEPÇÃO DO CONSUMIDOR | 373 |

CAPÍTULO 1

ASPECTOS GERAIS

RODRIGO NUNES CAVALCANTI, TATIANA C. PIMENTEL, MÁRCIA CRISTINA SILVA,
ADRIANO GOMES DA CRUZ, MARCELO CRISTIANINI

INTRODUÇÃO

O alimento é considerado uma matriz complexa que contém nutrientes suficientes para favorecer o desenvolvimento de microrganismos. Vários fatores podem inibir ou favorecer a multiplicação microbiana, podendo ser divididos em dois grupos: intrínsecos e extrínsecos (Figura 1.1). Entre os fatores intrínsecos, destacam-se a atividade de água, pH/acidez, disponibilidade de oxigênio (O_2), nutrientes disponíveis, agentes antimicrobianos naturais e característica da microbiota natural. Já os fatores extrínsecos compreendem parâmetros relacionados às condições de armazenamento e estocagem, como temperatura, umidade relativa, composição atmosférica, ausência/presença de luz e embalagem.

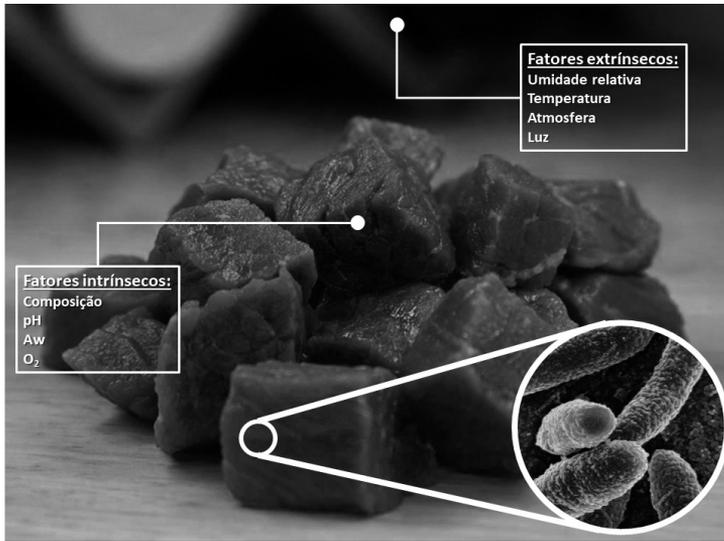


Figura 1.1 – Fatores extrínsecos e intrínsecos para crescimento microbiano.

Entender os fatores que afetam o desenvolvimento microbiano é essencial para selecionar os processos de conservação mais adequados para serem aplicados nos diversos tipos de alimentos. De modo geral, a aplicação de métodos de conservação está associada ao controle do crescimento microbiano para eliminar riscos à saúde do consumidor, bem como prevenir ou retardar o surgimento de alterações indesejáveis nos alimentos. Assim, os processos de conservação de alimentos baseiam-se na inativação parcial ou total dos microrganismos e enzimas capazes de alterar o alimento ou na modificação/eliminação de um ou mais fatores que são essenciais para a sua multiplicação, de modo que o alimento não se torne propício ao desenvolvimento microbiano.

Os métodos de conservação são baseados em princípios ou fatores conservantes, que podem ser classificados como métodos biológicos, químicos ou físicos (Figura 1.2). Os métodos biológicos se resumem a processos fermentativos, como é o caso do vinho, da cerveja e do iogurte. Já os métodos químicos estão relacionados aos processos de controle do pH/acidez e adição de conservantes químicos, como agentes antimicrobianos e antioxidantes. Por fim, os métodos físicos podem ser subdivididos em outras categorias, como térmicos e não térmicos, com uso de temperaturas elevadas ou baixas, remoção parcial do conteúdo de água, diminuição ou remoção do oxigênio na embalagem entre outros.

Os métodos convencionais de conservação de alimentos geralmente utilizam o aquecimento para eliminar microrganismos, porém podem apresentar como desvantagem alterações sensoriais e nutricionais no produto. A crescente demanda dos consumidores por produtos “frescos” tem estimulado o desenvolvimento de novos métodos que sejam capazes de preservar ao máximo a qualidade sensorial e nutricional do produto *in natura*. Como exemplos de novos métodos de conservação estão o aquecimento ôhmico, micro-ondas, alta pressão hidrostática, ultrassom, irradiação, campos elétricos pulsados,

luz ultravioleta e plasma frio. Este capítulo tem por objetivo apresentar uma abordagem geral acerca das tecnologias convencionais e emergentes de conservação de alimentos.

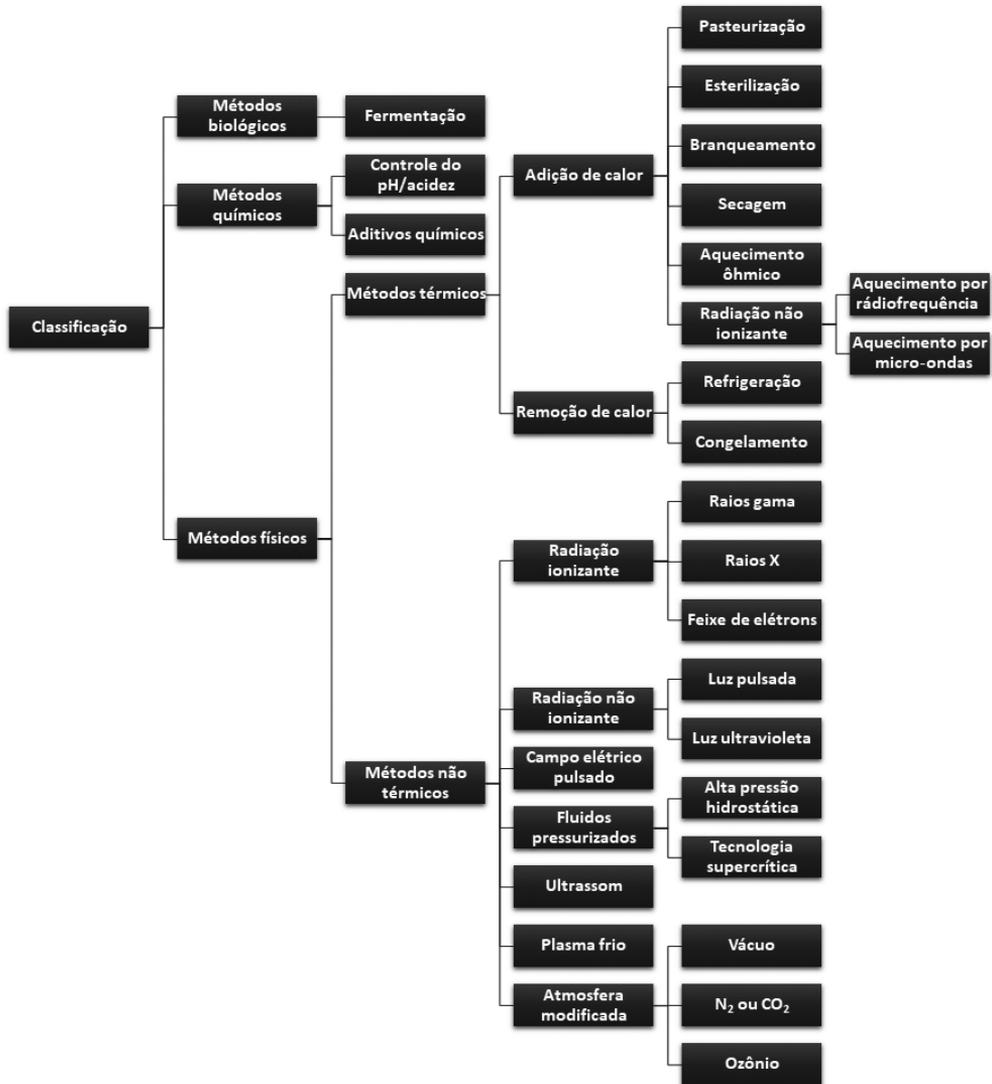


Figura 1.2 – Principais métodos de conservação de alimentos.

TECNOLOGIAS CONVENCIONAIS DE CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS

O tratamento térmico continua sendo um dos métodos mais importantes e utilizados no processamento de alimentos. A aplicação de calor tem efeito de conservação por

meio da inativação de enzimas e destruição de microrganismos, insetos e parasitas. Adicionalmente, o processamento térmico proporciona outros benefícios, como:

- Aumento da vida útil dos alimentos
- Eliminação da necessidade de refrigeração/congelamento (em alguns casos)
- Inativação de enzimas responsáveis pelo escurecimento em frutas e hortaliças
- Destruição de fatores antinutricionais, como inibidores de tripsina em algumas leguminosas, como feijão e soja
- Aumento da biodisponibilidade de alguns nutrientes, como aumento da digestibilidade de proteínas, gelatinização de amidos e liberação de niacina ligada.

A pasteurização e a esterilização são as técnicas mais comumente utilizadas para destruir microrganismos e inativar enzimas. A pasteurização consiste em um tratamento térmico que aquece o alimento a temperaturas inferiores a 100 °C (por exemplo, 63 °C por 30 minutos para processos em batelada e 72 °C por 15 segundos para processos contínuos), com o objetivo de destruir, mesmo que parcialmente, microrganismos patogênicos e deteriorantes. Nesse caso, durante a pasteurização, os esporos não são destruídos. Assim, considerando que alguns microrganismos sobrevivem à pasteurização, um método complementar de conservação é em geral associado, como refrigeração, adição de conservantes ou acondicionamento em embalagem com atmosfera modificada. Portanto, a vida útil de um alimento pasteurizado depende do tratamento térmico aplicado (tempo e temperatura), do método de conservação complementar (quando houver) e das condições de armazenamento.

Por outro lado, a esterilização pelo calor ocorre quando um alimento é aquecido a temperaturas superiores a 100 °C (por exemplo, 121 °C por 3 segundos), para destruir microrganismos, enzimas e/ou esporos. Como resultado, os alimentos esterilizados alcançam uma vida útil maior do que os pasteurizados e podem ser armazenados em temperatura ambiente. Portanto, a esterilização é um tratamento térmico de maior intensidade, quando comparado à pasteurização, e objetiva a completa destruição dos esporos dos microrganismos patogênicos e dos micro-organismos deteriorantes que poderiam crescer durante a estocagem do produto. Algumas formas esporuladas mais resistentes são capazes de sobreviver ao tratamento térmico, mas não se desenvolvem durante o armazenamento. Daí surge o termo “esterilidade comercial”, em que um alimento pode até conter certo número de microrganismos e esporos viáveis, porém estes não possuem condições de se desenvolver durante o armazenamento – portanto, o produto é considerado seguro.

No entanto, a aplicação do calor também destrói componentes responsáveis pelo sabor, cor ou textura, e, como resultado característico, esses alimentos são, muitas vezes, percebidos como de menor qualidade ou valor em relação ao produto *in natura*.

TECNOLOGIAS EMERGENTES DE CONSERVAÇÃO DOS ALIMENTOS

A indústria de alimentos é um domínio cada vez mais competitivo e dinâmico, com crescente consciência dos consumidores sobre o que é consumido. Características importantes que definem a qualidade dos alimentos, como aparência, textura, sabor e conteúdo nutricional, são fortemente afetadas pela forma como eles são processados. A fim de atender às demandas dos consumidores, o processamento de alimentos está se tornando cada vez mais desafiador e diversificado, incluindo alterações nas técnicas predominantes e adoção de tecnologias inovadoras ou emergentes.

As tecnologias emergentes são aquelas que estão atualmente em desenvolvimento ou serão desenvolvidas nos próximos cinco a dez anos e que irão alterar substancialmente o ambiente empresarial, social e o meio ambiente. Observe que essa definição se refere a desenvolvimentos que ocorrem durante um período relativamente curto, de cinco a dez anos. Contudo, uma tecnologia leva, muitas vezes, várias décadas para amadurecer na realidade prática industrial.

Nesse contexto, o desenvolvimento de tecnologias emergentes no processamento de alimentos atende às necessidades específicas do consumidor em relação a alimentos seguros, saudáveis e minimamente processados. Esses processos inovadores também resultam em técnicas de fabricação de alimentos ecologicamente corretas e sustentáveis, com uso reduzido de energia e de água, o que supera algumas limitações dadas pelas práticas atuais de processamento de alimentos.

As tecnologias emergentes podem ser amplamente divididas em térmicas (por exemplo: aquecimento ôhmico, micro-ondas, radiofrequência) e não térmicas (por exemplo: processamento de alta pressão, eletrotecnologias e irradiação). As tecnologias térmicas emergentes propiciam um aquecimento mais uniforme, mais rápido, mais eficiente e mais sustentável, o que possibilita a maior preservação das características nutricionais e sensoriais dos produtos, além de menor custo, impacto ambiental e gasto energético.

Em contraste com mecanismos de transferência de calor por convecção ou condução, os processos de aquecimento por radiofrequência, micro-ondas e infravermelho são mecanismos de aquecimento por irradiação que ocorrem devido à interação da radiação eletromagnética em determinadas frequências com os alimentos. Esses processos permitem que o alimento seja aquecido sem a necessidade de uso de superfícies ou fluidos de aquecimento, como água quente e vapor superaquecido. Por exemplo, o aquecimento por radiofrequência e por micro-ondas ocorre através da interação das ondas eletromagnéticas em suas respectivas faixas de frequência com materiais dielétricos, gerando aquecimento volumétrico no interior do alimento, o que confere maior uniformidade e rapidez ao tratamento térmico. Já o aquecimento por infravermelho é baseado na capacidade dos materiais de absorver parte do espectro dessa radiação. O aquecimento profundo ou superficial do corpo irradiado, bem como a secagem local sem aquecimento de todo o objeto, pode ser realizado com a seleção adequada do espectro de emissão da radiação infravermelha.

Já o aquecimento ôhmico – também chamado de aquecimento Joule, aquecimento por resistência elétrica ou aquecimento elétrico – é um método avançado de processamento térmico, em que se aplica uma corrente elétrica através do alimento, por meio de eletrodos, e o calor é gerado internamente devido à resistência elétrica do alimento.

Atualmente, o desenvolvimento de tecnologias emergentes de processamento não térmicas tem recebido enorme atenção, devido à crescente demanda dos consumidores por alimentos seguros e minimamente processados com atributos nutricionais, sensoriais e funcionais de alta qualidade. Uma tecnologia não térmica significa, para um processador de alimentos, que a inativação de patógenos não depende da morte térmica. Entre essas tecnologias, estão as eletrotecnologias (luz pulsada, campo elétrico pulsado, plasma frio), processamento mecânico (ultrassom, cavitação hidrodinâmica) e baseadas em pressão (alta pressão, homogeneização de alta pressão, tecnologia supercrítica).

Estudos têm mapeado as tendências acerca de tecnologias emergentes ao redor do mundo. Uma das pesquisas investigou a extensão do uso de novas tecnologias emergentes não térmicas nos Estados Unidos. Nessa pesquisa, especialistas em alimentos foram convidados para estudar as principais razões para o uso de novas tecnologias, as limitações para não implementar processos específicos e os impulsionadores mais importantes. O estudo enfocou o processamento por alta pressão, campo elétrico pulsado, luz pulsada, irradiação, ultrassom, campos magnéticos oscilantes e plasma frio. O processamento a alta pressão foi a tecnologia não térmica de processamento de alimentos mais utilizada (35,6%), seguida pelo campo elétrico pulsado (20%). Novas tecnologias em rápido crescimento incluíam plasma frio e campos magnéticos oscilantes (ambos 14,1%). Mais de 70% dos entrevistados indicaram que o principal fator para a escolha da tecnologia emergente foi a maior quantidade de nutrientes e melhores propriedades sensoriais. A principal limitação para a sua implementação foi o alto investimento (41%). Os resultados indicaram que os principais impulsionadores da inovação foram os fabricantes de equipamentos (43,8%) e pesquisas governamentais (42,3%).

Em outro artigo, duas pesquisas independentes foram conduzidas com norte-americanos (Pesquisa 1) e europeus (Pesquisa 2). Os entrevistados eram profissionais de alimentos da indústria, academia e governo. As questões buscavam identificar novas tecnologias aplicadas na atualidade ou com potencial para serem comercializadas em 5 a 10 anos, fatores de comercialização, regulamentos associados e limitações. Na Pesquisa 1, alta pressão (80%), micro-ondas (88%) e UV (84%) foram as principais tecnologias atuais e previstas nos próximos 5 a 10 anos. Essas tecnologias apareceram nas mesmas posições na Pesquisa 2, com exceção do UV, que foi substituído pelo campo elétrico pulsado em terceiro lugar, e do plasma frio e do campo elétrico que seriam as tecnologias mais importantes em 10 anos. Os principais motivadores das tecnologias emergentes foram produtos de alta qualidade (94%), segurança do produto (92%) e maior vida de prateleira (91%). Assim, a tendência é aumentar o uso de tecnologias emergentes não térmicas em substituição às térmicas. Como já comentado, os principais aspectos que direcionam o desenvolvimento dessas tecnologias são a obtenção de produtos de maior qualidade, segurança e longa vida útil.

A tecnologia de micro-ondas é a mais versátil e estudada, tanto na América Latina quanto no mundo, pois apresenta uma variedade de aplicações no processamento de alimentos, especialmente em combinação com métodos convencionais de aquecimento em sistemas híbridos. Existe um grande potencial no uso de micro-ondas para a pasteurização ou esterilização de alimentos prontos para consumo.

Já o aquecimento ôhmico é o mais aceito industrialmente por ser uma das tecnologias verdes mais demandadas pela indústria de alimentos. Chile, México e Brasil estão conduzindo pesquisas sobre esse tópico na América Latina. É importante reconhecer que a pesquisa em tecnologias emergentes para processamento de alimentos é amplamente dominada pelos Estados Unidos; na América Latina, ela é realizada em menor escala, mas existe uma vasta gama de aplicações possíveis dentro da diversidade de produtos nessa região.

DESAFIOS, TENDÊNCIAS E PERSPECTIVAS

Nas últimas décadas, uma série de novas técnicas de processamento foram desenvolvidas para melhorar as propriedades físico-químicas dos alimentos e minimizar os impactos do processo (por exemplo, degradação térmica). O foco principal dessas inovações tem sido aumentar a produção e a eficiência do processamento com o mínimo ou nenhuma alteração nas propriedades nutricionais dos alimentos, diminuir o consumo de energia e reduzir o desperdício, melhorando a qualidade nutricional e sensorial e aumentando a vida de prateleira (Figura 1.3).



Figura 1.3 – Principais objetivos para aplicação de tecnologias emergentes na conservação de alimentos.

A adoção de novas tecnologias pela indústria de alimentos é determinada pela necessidade de crescimento, aumento de receita e produtividade, enquanto os principais fatores que a restringem são a disponibilidade de recursos, familiaridade com o uso da tecnologia e riscos de mercado. O uso industrial de tecnologias emergentes pode exigir investimento, adaptação dos processos de fabricação e treinamento de pessoal especializado. Conseqüentemente, a menos que as novas tecnologias possam fornecer vantagens de custo e/ou desempenho em relação às tecnologias existentes, sua adoção pela indústria é improvável. Dessa forma, uma tecnologia a ser adotada pela indústria deve ser competitiva internacionalmente, produzir produtos de alta qualidade e atender aos padrões e regulamentações ambientais, bem como às preferências dos consumidores.

Os custos de adoção e benefícios percebidos pelos consumidores são fatores determinantes para adoção de tecnologias emergentes. Esses benefícios, no caso de indústrias, são geralmente a diferença nos lucros quando há a mudança de uma tecnologia convencional para a tecnologia emergente. Além disso, as indústrias precisam avaliar a percepção de benefícios e riscos (de saúde, econômicos, sociais e ambientais) aos consumidores. Preocupações éticas, marcos regulatórios, acúmulo diferencial de riscos e benefícios, assim como diferenças socioculturais são outros pontos de consideração. Por exemplo, enquanto a aplicação de irradiação para preservação de alimentos tem sido aprovada por agentes regulatórios ao redor do mundo, seu uso é limitado devido à falta de conscientização do consumidor e percepção pública. Outros fatores a serem considerados incluem: disponibilidade de recursos e habilidades técnicas, relações com o consumidor, tamanho da indústria e participação de mercado. Por fim, fatores relativos ao ambiente competitivo da indústria e suas características de processamento de informações também desempenham um papel na adoção de novas tecnologias.

A aceitação do consumidor por tecnologias emergentes depende se este percebe os benefícios associados ao produto e, na maioria das vezes, define o sucesso/sobrevivência do produto nas prateleiras de varejo e, conseqüentemente, a adoção pelas indústrias. Já a falta de benefícios constatados pelos consumidores resulta em preocupações acentuadas e riscos percebidos. Outros fatores que impactam a aceitação de novas tecnologias pelos consumidores são as características sociodemográficas, conhecimento e informação sobre a tecnologia, além de confiança na fonte das informações.

Até o momento de publicação deste livro em 2022, o processamento de alta pressão atendeu aos requisitos de inativação microbiana quando usado sozinho na conservação de alimentos, sendo o mais adotado industrialmente. Isso se deve ao fato de os mecanismos subjacentes à inativação de microrganismos por outras tecnologias emergentes não terem sido totalmente elucidados. Além disso, estudos mais confiáveis de vida de prateleira são necessários, por causa dos riscos associados a lesões subletais, que levam à revitalização e efeito de “estresse” em microrganismos.

Considerando a aplicação industrial, sabe-se que os processos de alta pressão e irradiação já estão sendo utilizados para a produção de alimentos comerciais, como sucos, guacamole e presunto, processados por alta pressão hidrostática e especiarias irradiadas. No entanto, um dos desafios da comercialização de novas tecnologias é a necessidade de aprovação junto a órgãos regulatórios. Nos Estados Unidos, por exemplo,

o *Food and Drug Administration (FDA)* já aprovou a alta pressão como tecnologia para a conservação de alimentos. Por outro lado, outros países, como a Nova Zelândia, proibem o uso da irradiação para o processamento de alimentos.

Para implementar tecnologias emergentes na América Latina, é necessário criar uma rede entre governos, empresas, pesquisadores e educadores, incluindo uma colaboração entre grupos de pesquisadores líderes em nível nacional e internacional, o que ajuda a promover de forma eficiente o desenvolvimento tecnológico com foco em problemas regionais da América Latina. Uma opção para iniciar essa rede seria a criação de fóruns virtuais para discussão e troca de conhecimentos e experiências entre especialistas em tecnologias emergentes. Por fim, o bom entendimento dos mecanismos de ação e de divulgação dessas informações pelo consumidor, bem como das vantagens de consumir esses alimentos, poderia aumentar a demanda e, conseqüentemente, aumentar sua comercialização e diminuir seu custo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Augusto, P. E. (2020). Challenges, trends and opportunities in food processing. *Current Opinion in Food Science*, 35, 72-78.
- Cavalcanti, R. N., Leite Jr., B. R. C., Cappato, L. P., Guimarães, J. T., Oliveira, P. H. B., Mercali, G. D., Marzack, L. D. F., Cristianini, M., Rodrigues, S., Cruz, A. G., & Sá, P. B. Z. R. (2016). Tecnologias emergentes. In A. G. Cruz, P. B. Zacarchenco, C. A. F. Oliveira e C. H. Corassi (Eds.), *Processamento de Leites de Consumo* (pp. 262-318). Oxford: GEN LTC.
- Fernández, A., Shearer, N., Wilson, D. R., & Thompson, A. (2012). Effect of microbial loading on the efficiency of cold atmospheric gas plasma inactivation of *Salmonella enterica* serovar Typhimurium. *International Journal of Food Microbiology*, 152(3), 175-180.
- Giordano, S., Clodoveo, M. L., Gennaro, B. D., & Corbo, F. (2018). Factors determining neophobia and neophilia with regard to new technologies applied to the food sector: A systematic review. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 11, 1-19.
- Gómez-López, V. M., Pataro, G., Tiwari, B., Gozzi, M., Meireles, M. A. A., Wang, S., Guamis, B., Pan, Z., Ramaswamy, H. S., Sastry, S., Kuntz, F., Cullen, P. J., Vidyarthi, S. K., Ling, B., Quevedo, J. M., Strasser, A., Vignali, G., Veggi, P. C., Gervilla, R., Kotilainen H. M., Pelacci, M., Viganó, J., & Morata, A. (2021). Guidelines on reporting treatment conditions for emerging technologies in food processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1-25.
- Hernández-Hernández, H. M., Moreno-Vileta, L., & Villanueva-Rodríguez, S. J. (2019). Current status of emerging food processing technologies in Latin America: Novel non-thermal processing. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 58, 102233.

- Jermann, C., Koutchma, T., Margas, E., Leadley, C., Ros-Polski, V. (2015). Mapping trends in novel and emerging food processing technologies around the world. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 31, 14-27.
- Khouryieh, H. A. (2020). Novel and emerging technologies used by the U.S. food processing industry. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 102559.
- Knorr, D., Froehling, A., Jaeger, H., Reineke, K., Schlueter, O., & Schoessler, K. (2011). Emerging Technologies in Food Processing. *Annual Review of Food Science and Technology*, 2(1), 203-235.
- Misra, N. N., Koubaa, M., Roohinejad, S., Juliano, P., Alpas, H., Inácio, R. S., Saraiva, J. A., & Barba, F. J. (2017). Landmarks in the historical development of twenty first century food processing technologies. *Food Research International*, 97, 318-339.
- Moreno-Vilet, L., Hernández-Hernández, H. M., & Villanueva-Rodríguez, S. J. (2018). Current status of emerging food processing technologies in Latin America: Novel thermal processing. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 50, 196-206.
- Priyadarshini, A., Rajauria, G., O'Donnell, C. P., & Tiwari, B. K. (2018/2019). Emerging food processing technologies and factors impacting their industrial adoption. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(19), 3082-3101.
- Režek Jambrak, A., Donsì, F., Paniwnyk, L., & Djekic, I. (2019). Impact Of Novel Nonthermal Processing On Food Quality: Sustainability, Modelling, And Negative Aspects. *Journal of Food Quality*, 2019, 1-2.
- Sadler, C. R., Grassby, T., Hart, K., Raats, M., Sokolović, M., & Timotijevic, L. (2021). Processed food classification: Conceptualization and challenges. *Trends in Food Science & Technology*, 112, 149-162.
- Shahbaz, H. M., Kim, J. U., Kim, S.-H., & Park, J. (2018). Advances in nonthermal processing technologies for enhanced microbiological safety and quality of fresh fruit and juice products. In *Food processing for increased quality and consumption* (pp. 179-217). Elsevier.
- Troy, D. J., Ojha, K. S., Kerry, J. P., & Tiwari, B. K. (2016). Sustainable and consumer-friendly emerging technologies for application within the meat industry: An overview. *Meat Science*, 120, 2-9.

Os avanços no desenvolvimento de tecnologias emergentes para o processamento de alimentos atendem à demanda dos consumidores por alimentos de alta qualidade, seguros, nutritivos e minimamente processados. Do ponto de vista das indústrias de alimentos, essas tecnologias podem proporcionar um equilíbrio entre segurança, processamento mínimo, limitações econômicas e qualidade superior dos produtos. Este livro tem por objetivo apresentar as principais tecnologias emergentes utilizadas no processamento de alimentos, tais como, alta pressão, fluido supercrítico, ultrassom, plasma frio, ozônio, radiação ultravioleta, irradiação, micro-ondas, aquecimento ôhmico e campo elétrico pulsado. Além disso, os aspectos sensoriais e a percepção do consumidor são discutidas.

ISBN 978-65-5506-451-3



www.blucher.com.br

Blucher



Clique aqui e:

VEJA NA LOJA

Tecnologias emergentes no processamento de alimentos

**Marcelo Cristianini, Adriano Gomes da Cruz, Elane Schwinden Prudêncio,
Erick Almeida Esmerino, Sueli Rodrigues, Tatiana Colombo Pimentel**

ISBN: 9786555064513

Páginas: 384

Formato: 17 x 24 cm

Ano de Publicação: 2022
