

BRASIL: SEGURANÇA ALIMENTAR E DESAFIOS

Emanuel Vieira Pinto¹

Marilza Santos Silva Pereira²

RESUMO: A irradiação de alimentos é uma técnica moderna que utiliza radiação ionizante em doses seguras e controladas para eliminar micro - organismos, aumentar o tempo de conservação e garantir a segurança dos produtos. No Brasil, essa prática tem ganhado importância por contribuir para a redução das perdas alimentares e pela possibilidade de oferecer alimentos mais seguros e duradouros à população. Apesar dos benefícios comprovados, o uso da irradiação ainda é pouco difundido no país, seja por desconhecimento da população ou por limitações estruturais no setor produtivo. Este artigo tem como objetivo apresentar um panorama geral sobre a aplicação da irradiação de alimentos no Brasil, explicando seus princípios, vantagens, desafios e perspectivas futuras. A pesquisa foi desenvolvida por meio de revisão bibliográfica em fontes nacionais e internacionais, analisando dados de órgãos oficiais e estudos recentes. Espera-se, com este trabalho, contribuir para a disseminação do conhecimento sobre essa tecnologia e incentivar sua utilização como prática sustentável na indústria.

Palavras-chave: Irradiação de alimentos. Radiação ionizante. Segurança alimentar. Sustentabilidade. Conservação de alimentos.

4791

ABSTRACT: Food irradiation is a modern technique that uses ionizing radiation in safe and controlled doses to eliminate micro-organisms, extend shelf life, and ensure product safety. In Brazil, this practice has gained importance for contributing to the reduction of food loss and for offering safer and longer-lasting products to the population. Despite its proven benefits, the use of irradiation is still not widespread in the country, either due to public unfamiliarity with the technology or structural limitations within the production sector. This article aims to present an overview of the application of food irradiation in Brazil, explaining its principles, advantages, challenges, and future perspectives. The research was conducted through a literature review of national and international sources, analyzing data from official agencies and recent studies. This work is expected to contribute to the dissemination of knowledge about this technology and encourage its use as a tool to promote food safety and sustainability.

Keywords: Food irradiation. Ionizing radiation. Food safety. Sustainability. Food preservation.

¹Orientador. Professor. Engenharia de alimentos – UESB. Mestre em Engenharia e Ciências de Alimentos – UESB. Especialista em Engenharia e Segurança do Trabalho. Docente da FACISA. Mestre em Gestão. Social, Educação e Desenvolvimento Regional, no Programa de Pós-Graduação STRICTO SENSU da Faculdade Vale do Cricaré - UNIVC (2012 -2015). Especialista em Docência do Ensino Superior Faculdade Vale do Cricaré Possui graduação em BIBLIOTECONOMIA E DOCUMENTAÇÃO pela Universidade Federal da Bahia (2009). Atualmente é coordenador da Biblioteca da Faculdade de Ciências Sociais Aplicadas da Bahia. Pesquisado Institucional do sistema E-MEC. FACISA. Coordenador do NTCC. FACISA.

² Graduanda em tecnólogo de Radiologia pela Faculdade de Ciências Sociais e Aplicadas. Orcid: 0009-008-0984-5110.

1 INTRODUÇÃO

A segurança alimentar é um assunto de importância crescente no contexto social atual. Em um mundo marcado pelo crescimento demográfico e pela escassez de recursos naturais, garantir alimentos de qualidade, livres de contaminação e com maior tempo de prateleira é um grande desafio. Nesse cenário, a irradiação de alimentos surge como uma alternativa tecnológica promissora e segura, capaz de contribuir de forma significativa para a redução das perdas alimentares e para a preservação da qualidade dos produtos.

O processo consiste na exposição dos alimentos a radiações ionizantes, como raios gama, elétrons acelerados ou raios X, para eliminação de micro - organismos patogênicos e inibição do brotamento. Diferente do que se pode pensar, os alimentos irradiados não ficam radioativos nem apresentam riscos à saúde. O método é amplamente reconhecido por entidades internacionais, como a Organização Mundial da Saúde (OMS), a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) e a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), que asseguram sua segurança e efetividade. No Brasil, a prática foi normatizada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) por meio da Resolução RDC nº 21, de 26 de janeiro de 2001, autorizando a irradiação de qualquer categoria de alimento, desde que obedecidos os limites de dose definidos para cada propósito. Mesmo com essa regulamentação e com estudos comprovando sua eficiência, a utilização da irradiação de alimentos ainda é restrita no país devido a fatores como a falta de informação da população, o estigma associado ao uso da radiação e o alto custo de instalação dos equipamentos irradiadores, que dificultam sua expansão.

4792

Além disso, há pouca divulgação sobre o tema, o que reforça mitos e desconfianças entre consumidores e produtores. O Brasil possui grande potencial para ampliar o uso dessa tecnologia, considerando sua vasta produção agrícola e a elevada taxa de desperdício de alimentos. Segundo estimativas da Organização das Nações Unidas, cerca de 30% dos alimentos produzidos no país são perdidos antes de chegarem ao consumidor final. Nesse cenário, a irradiação pode desempenhar papel essencial na redução dessas perdas, aumentando a durabilidade e a segurança dos produtos. Dessa forma, o presente artigo busca aprofundar o conhecimento sobre a irradiação de alimentos no Brasil, analisando seus fundamentos técnicos, benefícios, desafios e perspectivas. O estudo também discute como essa tecnologia pode contribuir para a sustentabilidade alimentar e para o desenvolvimento de uma cadeia produtiva mais eficiente.

2 METODOLOGIA

O estudo atual foi elaborado com base em pesquisa bibliográfica de natureza qualitativa e descritiva, com a finalidade de reunir informações sobre a aplicação da irradiação de alimentos no Brasil. As fontes utilizadas incluem artigos científicos, livros, dissertações, relatórios técnicos e documentos de órgãos oficiais nacionais e internacionais. A coleta de dados ocorreu em bases como SciELO, Google Scholar, PubMed e nos sites institucionais da ANVISA, CNEN, FAO, OMS e EMBRAPA. O recorte temporal compreendeu publicações entre 2000 e 2025, permitindo observar o desenvolvimento histórico e as atualizações recentes sobre o tema. A pesquisa apresenta abordagem qualitativa, pois analisa informações descritivas sobre a realidade brasileira, sem o uso de métodos estatísticos.

Essa abordagem possibilita compreender percepções, interpretações e significados relacionados à aplicação da irradiação no contexto da segurança alimentar e da sustentabilidade. Trata-se de uma pesquisa bibliográfica e exploratória, baseada em materiais já publicados, que permitiram aprofundar o conhecimento sobre o tema e identificar lacunas existentes. Essa etapa possibilitou o levantamento de dados científicos e normativos, proporcionando um panorama detalhado da evolução da irradiação no Brasil. O universo da pesquisa envolve publicações acadêmicas e documentos técnicos relacionados à irradiação de alimentos no Brasil. As técnicas de análise incluíram leitura crítica, comparação de informações e organização dos conteúdos em eixos temáticos: (1) aspectos técnicos, (2) panorama regulatório, (3) benefícios e desafios e (4) perspectivas futuras. Esses procedimentos permitiram uma análise ampla e estruturada, resultando em uma visão clara sobre a evolução e os impactos da irradiação de alimentos no Brasil.

4793

3 CONTEXTO HISTÓRICO

A técnica de irradiação de alimentos foi introduzida na legislação sanitária brasileira ainda na década de 1960, por meio do Decreto-Lei nº 986, de 21 de outubro de 1969, instituído pelos Ministros da Marinha de Guerra, do Exército e da Aeronáutica Militar. O objetivo dessa norma era garantir a defesa e a proteção da saúde individual e coletiva, abrangendo todas as etapas relacionadas aos alimentos, desde sua obtenção até o consumo, em todo o território nacional. Já nesse instrumento legal, a irradiação de alimentos é contemplada em duas instâncias: (1) sua definição, finalidades e a designação do Ministério da Saúde como órgão responsável pela elaboração de normas; e (2) a obrigatoriedade de indicação na rotulagem. De acordo com o art.

19: “Os rótulos dos alimentos enriquecidos, dos alimentos dietéticos e de alimentos irradiados deverão trazer a respectiva indicação em caracteres facilmente legíveis”.

Em 1973, foi publicado o Decreto Presidencial nº 72.718, que estabeleceu normas gerais sobre irradiação de alimentos no Brasil. Esse decreto regulamentou a elaboração, o armazenamento, o transporte, a distribuição, a importação, a exportação e a exposição à venda ou entrega ao consumo de alimentos irradiados. Esse ato legal legitimou e oficializou a utilização da técnica de irradiação, demonstrando o cuidado e a seriedade com a saúde da população, como se observa nos seguintes artigos:

- **Art. 3º:** Poderão ser utilizadas nos alimentos as irradiações ionizantes em geral, cuja energia seja inferior ao limiar das reações nucleares que poderiam induzir radioatividade no material irradiado.
- **Art. 5º:** Somente será autorizada a irradiação de alimentos ou grupos de alimentos sobre os quais existam trabalhos técnicos e científicos desenvolvidos por instituições de pesquisa nacionais ou internacionais, devidamente aprovados pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN).
- **Art. 8º:** Os alimentos irradiados, quando expostos à venda ou entregues ao consumo, deverão trazer na respectiva embalagem e nos cartazes afixados nos locais de venda ou entrega ao consumo a indicação: “Alimento Tratado por Processo de Irradiação”, além da declaração: “Este produto foi processado em estabelecimento sob controle da Comissão Nacional de Energia Nuclear”.

Esse decreto permanece vigente e não sofreu alterações ao longo dos anos. Sete anos depois, a Comissão Deliberativa da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) emitiu a Resolução nº 510, de 9 de setembro de 1980, que aprovou, em caráter experimental, o Anteprojeto da Norma “Irradiação de Alimentos”. O objetivo dessa norma era estabelecer as condições para o funcionamento das instalações destinadas à irradiação de alimentos, em conformidade com o Decreto nº 72.718/1973. A norma tratava da concessão de licença para construção de instalações irradiadoras, autorização para operação, responsabilidades das pessoas jurídicas envolvidas e das fontes de radiação permitidas, sendo elas: cobalto-60, cério-137, aceleradores de elétrons com energia não superior a 10 MeV e aparelhos emissores de raios X com energia não superior a 5 MeV. Além disso, contemplava os registros de irradiação e as indicações detalhadas para cada lote de alimentos processado, incluindo número de série, data, natureza do alimento, controles e medições necessárias. Também ficou estabelecido que a CNEN realizaria inspeções durante a construção e operação das instalações. Posteriormente, a Portaria nº 59, de 2 de junho de 1998, cancelou o anteprojeto que tratava especificamente do funcionamento das instalações de irradiação de alimentos, passando o tema a ser tratado no documento CNEN-NE-6.02, que dispõe sobre o licenciamento de instalações radiativas. Em 1985, a Portaria nº 9/SVS, de 8 de

março de 1985, referente às áreas de alimentação e meio ambiente, aprovou a relação de alimentos cuja irradiação é autorizada, especificando, para cada caso, o tipo, o nível e a dose média de energia que pode ser empregada, o objetivo da irradiação e os tratamentos prévios, conjuntos ou posteriores.

O documento foi emitido pela Divisão Nacional de Vigilância Sanitária de Alimentos da Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde. Nele, são discutidos e aprovados os requisitos gerais do processo, além dos requisitos tecnológicos, de qualidade, embalagem, armazenamento, rotulagem e comercialização. Embora as normas gerais estabeleçam que a dose média global absorvida por um alimento submetido ao processo de irradiação não deve ser superior a 10 kGy, a fim de assegurar a inocuidade do alimento sob os pontos de vista toxicológico, nutricional e microbiológico.

4 CONTEXTO NACIONAL

No Brasil, o uso da irradiação de alimentos teve início de maneira experimental nas décadas de 1970 e 1980, com pesquisas desenvolvidas por entidades como o Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) e a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). Esses primeiros trabalhos buscavam avaliar a eficácia da radiação ionizante na conservação de produtos agrícolas, identificando seu potencial para eliminar micro-organismos, retardar a maturação de frutas e reduzir perdas pós-colheita (CNEN, 2023).

4795

Nas décadas posteriores, os estudos avançaram gradualmente, acompanhando tendências internacionais e adaptando tecnologias à realidade brasileira. Em 2001, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) regulamentou oficialmente a aplicação da radiação em alimentos por meio da Resolução RDC nº 21/2001, consolidando o uso da técnica em ambientes controlados e assegurando conformidade com normas internacionais (BRASIL, 2001). Nos anos recentes, o Brasil tem buscado integrar a irradiação às estratégias de diminuição de perdas pós-colheita e fortalecimento da competitividade internacional. Pesquisas mostram que a técnica é eficaz na preservação de frutas, cereais, carnes e especiarias, mantendo a qualidade nutricional e microbiológica sem necessidade de conservantes químicos (EMBRAPA, 2022). Além disso, iniciativas como as desenvolvidas pela Amazônia Azul Tecnologias de Defesa S.A. (AMAZUL), que aplicam metodologias de gestão do conhecimento do setor nuclear, mostram como a tecnologia pode ser incorporada de forma estratégica à agroindústria nacional (AMAZUL, 2024). Apesar dos avanços, a adoção comercial ainda é limitada, principalmente

entre pequenos e médios produtores, devido a fatores como custo elevado, número reduzido de instalações e falta de conscientização do consumidor.

Entre as vantagens, a técnica reduz desperdício, prolonga a vida útil e preserva a segurança alimentar. Entre as limitações, destacam-se o investimento inicial elevado, a necessidade de mão de obra qualificada e a resistência cultural de consumidores (MAPA, 2023). A trajetória brasileira evidencia uma evolução que combina pesquisa científica, regulamentação e inovação tecnológica. Esse contexto reforça a importância de políticas públicas, capacitação técnica e investimentos estratégicos para consolidar o Brasil como referência na aplicação segura e sustentável dessa tecnologia.

5. FUNDAMENTOS E APLICAÇÕES DA IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS

A irradiação de alimentos é uma técnica que utiliza radiações ionizantes, como raios gama, elétrons acelerados e raios X, para conservar e proteger produtos alimentícios. O método funciona pela interação da radiação com moléculas presentes nos alimentos, promovendo eliminação de microrganismos, inibição da germinação e retardamento da deterioração natural (EMBRAPA, 2022). Uma das principais características é que ela não torna os alimentos radioativos, ao contrário do que muitos consumidores imaginam. A tecnologia atua diretamente sobre bactérias, fungos, insetos e parasitas, garantindo segurança alimentar sem necessidade de conservantes químicos. É um método versátil, aplicável a frutas, legumes, grãos, carnes, especiarias e produtos processados (FAO, 2015).

Os efeitos dependem da dose aplicada:

- **Baixas doses (até 1 kGy):** desinfestação de insetos, inibição da germinação, retardamento da maturação.
- **Doses intermediárias (1-10 kGy):** redução de micro-organismos patogênicos e aumento da vida útil.
- **Altas doses (≥ 10 kGy):** esterilização de alimentos especiais, condimentos e rações (EMBRAPA, 2022).

Estudos mostram que nutrientes sensíveis ao calor, como vitamina C e tiamina (B₁), sofrem menor perda quando irradiados, comparados a métodos térmicos tradicionais (WHO, 2018). Além disso, a irradiação não produz resíduos, reduz perdas pós-colheita e melhora a logística da cadeia alimentar (FAO/WHO, 2020).

6 IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS: FUNDAMENTOS, APLICAÇÕES E PERSPECTIVAS NO CONTEXTO BRASILEIRO

A irradiação apresenta diversos benefícios, como redução de perdas pós-colheita, aumento da segurança microbiológica e preservação de qualidade sensorial e nutricional (EMBRAPA, 2022). A tecnologia também amplia a competitividade internacional, atendendo exigências sanitárias rigorosas (FAO, 2015; MAPA, 2023).

No entanto, enfrenta desafios:

Custo elevado de instalação, infraestrutura limitada no Brasil, necessidade de capacitação técnica, desinformação e resistência cultural e falta de padronização detalhada para alguns alimentos.

A Resolução RDC nº 21/2001 exige:

Rotulagem específica com o símbolo Radura, inspeção das instalações pelo CNEN e dose mínima necessária para o efeito desejado, sem comprometer atributos sensoriais ou nutricionais.

Os impactos incluem:

Redução de perdas e desperdícios, maior competitividade internacional, contribuição para segurança alimentar em regiões vulneráveis e alinhamento aos ODS 2 e 12.

4797

A aceitação pública ainda é um desafio, devido a mitos ligados à radioatividade. Recomendações incluem campanhas educativas, certificações e comunicação transparente. —A irradiação de alimentos é uma tecnologia promissora, capaz de reduzir perdas, preservar qualidade e ampliar mercados. Apesar dos desafios técnicos, econômicos e culturais, medidas de capacitação, regulamentação, comunicação e inovação podem maximizar seus benefícios e consolidá-la como ferramenta estratégica de segurança alimentar no Brasil.

7 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO ALIMENTO IRRADIADO

Vantagens da utilização da radiação em alimentos. O processo de irradiação é uma tecnologia emergente que apresenta diversas vantagens em relação aos processos convencionalmente aplicados, especialmente o tratamento térmico. A principal vantagem da irradiação é ser um processo de conservação a frio, permitindo eliminar microrganismos deterioradores e patogênicos sem elevar a temperatura do alimento. Isso torna o método atrativo para alimentos sensíveis ao calor, considerando a retenção de nutrientes e a redução de alterações de sabor, textura e perdas nutricionais.

Dessa forma, a irradiação pode ser utilizada em substituição à pasteurização ou esterilização térmica em determinados alimentos (IAEA, 1991). Outra vantagem é a economia de energia, pois a irradiação necessita de até 50 vezes menos energia do que os tratamentos térmicos (SANTOS et al., 2003). Além disso, o processo pode ser aplicado em qualquer estado físico — sólido ou líquido, congelado ou não congelado (HOBBS e ROBERTS, 1998). A técnica também permite o processamento de produtos já embalados, evitando contaminação pós-processamento e garantindo maior segurança ao consumidor. Embora processos térmicos também possam ser aplicados em alimentos embalados, estes precisam ser envasados com líquidos para melhor condução de calor, o que limita a aplicação em produtos secos e impõe restrições quanto ao tamanho das embalagens. Já a irradiação possibilita o tratamento uniforme e profundo de alimentos secos ou de alta umidade (ADAMS e MOSS, 1995).

Outro benefício relevante é a eficácia no aumento da vida de prateleira de vegetais, evitando brotamento e retardando a senescência (DIEHL, 2002; VILLAVICENCIO et al., 2007). A técnica pode substituir processos de fumigação química com substâncias tóxicas e inflamáveis — como brometo de etila e fosfina — utilizados no controle de insetos em grãos, ervas e condimentos, conforme previsto na Resolução RDC nº 21, de 26 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001). Pode também substituir ou reduzir a utilização de certos aditivos alimentares (HOBBS e ROBERTS, 1998). Contudo, é importante reforçar que a irradiação não substitui as boas práticas de fabricação.

4798

As indústrias alimentícias ainda demonstram receio em utilizar a técnica de irradiação devido à incerteza quanto à sua aceitação pelos consumidores. Há também questões relativas à regulamentação, segurança dos operadores, manuseio de material radioativo e custos de instalação e operação (ORNELLAS, GONÇALVES, SILVA e MARTINS, 2006). Quanto às reações bioquímicas, a irradiação apresenta baixa eficácia contra determinadas enzimas, que podem permanecer ativas após o processo, exigindo pré-tratamentos para inativação enzimática ou doses mais altas de radiação (FERDES e FERDES, 2004; MOSTAFAVI, MIRMAJLESSI e FATHOLLAHI, 2012).

Alguns alimentos expostos a doses elevadas podem sofrer modificações de textura, sabor, coloração e odor (MIYAGUSKU, CHEN, LEITÃO e BAFFA, 2003; BOAVENTURA, 2005; PSZCOLA, 1997). Isso ocorre especialmente em produtos com altos teores de ácidos graxos insaturados, suscetíveis à oxidação lipídica devido à formação de radicais livres (BOAVENTURA, 2005; MIYAGUSKU et al., 2003). Além disso, doses elevadas podem

provocar quebra de estruturas como proteínas, amido e celulose, alterando a consistência e causando perda de nutrientes oxidáveis como vitaminas C, B₁ (tiamina), E, A e K (MOSTAFAVI, MIRMAJLESSI e FATHOLLAHI, 2012).

10 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A irradiação de alimentos apresenta vantagens e desvantagens que devem ser consideradas na sua aplicação industrial. Entre os aspectos positivos, destaca-se o aumento da vida útil de frutas e vegetais frescos graças à inativação ou destruição de enzimas responsáveis pelo processo de maturação e de estruturas associadas à brotação, contribuindo para a melhoria da distribuição e redução das perdas pós-colheita. Outra vantagem importante é a eficiência na eliminação de micro-organismos patogênicos incluindo bactérias, vírus, parasitas e fungos produtores de micotoxinas tornando os alimentos mais seguros para consumo.

A redução da carga microbiana e a desinfestação de insetos são benefícios relevantes, pois o processo destrói ovos e larvas sem causar danos sensoriais ou estruturais aos produtos. A radiação ionizante possui alto poder de penetração, permitindo o tratamento de grandes volumes de alimentos sem necessidade de manipulação direta, reduzindo o risco de recontaminação. A chamada “esterilização a frio” é outro ponto positivo: como não há aumento significativo de temperatura, alimentos refrigerados, congelados ou embalados em materiais termossensíveis podem ser processados sem danos. Em alguns casos, a irradiação também reduz o tempo de preparo de alimentos desidratados. Por outro lado, existem limitações. Alimentos com alto teor de gordura podem apresentar alterações sensoriais, e perdas nutricionais, principalmente de vitaminas lipossolúveis sensíveis, podendo ocorrer mesmo em níveis semelhantes aos observados em outros métodos de conservação. Outro fator limitante é o elevado custo de equipamentos e infraestrutura, o que pode dificultar a adoção por pequenas empresas.

Além disso, o manejo e a destinação de fontes radioativas exigem rigor nas normas ambientais e de segurança. A resistência do consumidor também representa um desafio, já que muitos associam o processo a riscos de contaminação radioativa, o que evidencia falta de informação. Dessa forma, embora a irradiação seja um método eficaz para aumentar a segurança microbiológica e prolongar a vida útil dos alimentos, sua aplicação deve considerar aspectos nutricionais, econômicos, ambientais e a aceitação do público. Comparações com outros métodos de conservação são essenciais para avaliar sua viabilidade. A segurança do processo

precisa ser analisada tanto em relação à saúde humana quanto aos impactos ambientais, garantindo que o uso da tecnologia seja responsável e embasado cientificamente.

CONCLUSÃO

O estudo evidencia que a irradiação de alimentos constitui uma tecnologia moderna, segura e eficaz para conservação e desinfestação de produtos alimentícios. A técnica oferece vantagens como a ampliação da vida útil, a redução de perdas e a melhoria da segurança alimentar, sem comprometer as propriedades sensoriais ou nutricionais dos alimentos. Contudo, no Brasil, sua utilização ainda é limitada por entraves econômicos, falta de infraestrutura e resistência cultural. A solução para esse problema passa pelo investimento em tecnologia, pela capacitação de profissionais e pela conscientização da sociedade sobre os benefícios do processo.

A ampliação do uso da irradiação depende da integração entre políticas públicas, incentivo à pesquisa, regulamentação eficaz e educação do consumidor. Assim, a técnica pode se tornar uma aliada essencial no enfrentamento do desperdício de alimentos e na promoção da segurança alimentar e nutricional. Conclui-se, portanto, que a irradiação de alimentos é uma alternativa viável, sustentável e cientificamente comprovada, cuja adoção em maior escala pode contribuir para um sistema alimentar mais eficiente e equilibrado no Brasil.

4800

REFERÊNCIA

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA ATÔMICA (IAEA). Manual of Good Practice in Food Irradiation. Vienna: IAEA, 2006.

AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA ATÔMICA (IAEA). Food Irradiation Processing: A Guide. Vienna: IAEA, 2015.

ALMEIDA, F. A. C.; SILVA, E. P. Aplicações tecnológicas da radiação gama em alimentos. *Revista de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 42, n. 3, p. 215–223, 2020.

ALVES, M. A.; GOMES, C. P. Percepção do consumidor sobre alimentos irradiados. *Boletim de Pesquisa em Alimentos*, v. 49, p. 1–12, 2018.

AMERICAN NUCLEAR SOCIETY (ANS). Food Irradiation: Principles and Applications. Illinois: ANS Press, 2013.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 21, de 26 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico para Irradiação de Alimentos. Brasília, 2001.

BRASIL. Decreto nº 72.718, de 29 de agosto de 1973. Estabelece normas gerais sobre irradiação de alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, 1973.

BRASIL. Decreto-Lei nº 986, de 21 de outubro de 1969. Institui normas básicas sobre alimentos. Diário Oficial da União, Brasília, 1969.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 09/SVS, de 8 de março de 1985. Aprova a relação de alimentos cuja irradiação é autorizada. Brasília, 1985.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 59, de 2 de junho de 1998. Cancela o anteprojeto referente à Norma “Irradiação de Alimentos”. Brasília, 1998.

CANADIAN NUCLEAR SAFETY COMMISSION (CNSC). Food Irradiation and Safety Guide. Ottawa, 2012.

CARRASCO, R.; LEMA, M. Food irradiation: global trends and consumer acceptance. *Journal of Food Protection*, v. 81, n. 10, p. 1612–1620, 2018.

CODEX ALIMENTARIUS. General Standard for Irradiated Foods. Rome: FAO/WHO, 2003.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (CNEN). CNEN-NE-6.02 – Licenciamento de Instalações Radiativas. Rio de Janeiro, 1998.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (CNEN). Resolução nº 510, de 9 de setembro de 1980. Aprova o Anteprojeto da Norma “Irradiação de Alimentos”. Rio de Janeiro, 1980. 4801

FAO – Food and Agriculture Organization. Food Irradiation: A Technique for Preserving and Improving the Safety of Food. Rome: FAO, 2015.

FAO; IAEA; WHO. High-dose irradiation: wholesomeness of food irradiated with doses above 10 kGy. Geneva: WHO, 1999.

FARKAS, J. Irradiation for better foods. *Trends in Food Science & Technology*, v. 17, n. 4, p. 148–152, 2006.

FELLOWS, P. Tecnologia do Processamento de Alimentos: Princípios e Prática. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2018.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A.; GAVA, M. Tecnologia de Alimentos. 3. ed. São Paulo: Nobel, 2010.

IAEA – International Atomic Energy Agency. Advances in Radiation Processing of Foods. Vienna: IAEA, 2011.

KHAN, A.; CHAUDHRY, Q. Food Irradiation and Safety: Scientific Evidence and Regulatory Framework. *Food Control*, v. 92, p. 267–276, 2018.

LEWIS, R. J.; BARNETT, A. Radiation Processing of Packaged Foods. New York: Springer, 2014.

LOPES, M. M.; LIMA, J. P. Aceitação sensorial de alimentos submetidos à irradiação. *Revista Brasileira de Tecnologia de Alimentos*, v. 14, p. 89–98, 2019.

MELO, A. S.; OLIVEIRA, J. A. Efeitos da radiação ionizante em propriedades físico-químicas de alimentos. *Revista Higiene Alimentar*, v. 32, n. 281, p. 65–74, 2018.

MOURA, L. C. Segurança alimentar e tecnologias de conservação. *Cadernos de Tecnologia Alimentar*, v. 10, p. 55–70, 2021.

OLIVEIRA, R. S.; PEREIRA, M. L. Irradiação de alimentos no Brasil: avanços e desafios. *Revista Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 48, p. 12–24, 2023.

OMS – Organização Mundial da Saúde (WHO). Food Irradiation: A Safe and Effective Food Processing Technique. Geneva: WHO, 2018.

PATERSON, R. R.; LIMA, N. The application of irradiation to food preservation: an historical review. *Food Science and Nutrition*, v. 56, p. 1585–1594, 2016.

SERRANO, M.; TORRES, J. Impactos da irradiação na qualidade e vida útil de frutas. *Journal of Food Quality*, v. 55, p. 1–10, 2022.