

## ARTIGO DE ATUALIZAÇÃO

# Irradiação: uma estratégia para higiene e conservação dos alimentos

Dra. MARIA ALICE FUSCO DE SOUZA \*<sup>1</sup>

1º Ten (RM2-S) VINICIUS FIGUEIREDO VIZZONI \*<sup>2</sup>

CT (S) DANIEL FILISBERTO SCHULZ \*<sup>3</sup>

### Resumo

A irradiação é um método físico de conservação e desinfecção dos alimentos, sendo considerado seguro ao consumidor. Por essa técnica, os alimentos se tornam livres de contaminantes biológicos e apresentam maior durabilidade, sendo tais características de suma importância na garantia da qualidade dos alimentos ofertados sobretudo às tropas militares situadas longinquamente ou em condições de higiene limitadas. Este artigo tem por objetivo apresentar a tecnologia de irradiação de alimentos e propor a sua utilização pelas Forças Armadas para tratamento dos alimentos a serem ofertados aos militares em missão ou ainda para pacientes em hospital de campanha.

**Palavras-chave:** Irradiação de Alimentos; Doenças Transmitidas pela Água; Doenças Transmitidas por Alimentos; Inocuidade dos Alimentos; Segurança Alimentar.

### Abstract

Food irradiation is a physical method of food preservation and disinfection. It is considered safe for consumers. By this technique, the food becomes free of biological contaminants and has a greater durability. Such characteristics being of paramount importance in ensuring the quality of food offered to military troops located far away or in limited hygiene conditions. This article aims to present food irradiation technology and propose its use by the Armed Forces to treat food to be offered to military personnel on mission or to patients in a field hospital.

**Keywords:** Food Irradiation; Foodborne Diseases; Waterborne Disease; Food Safety; Food Security.

Submetido em: 22/8/2022.

Aprovado em: 5/10/2022.

\*<sup>1</sup> Médica Veterinária. Especialista em Vigilância Sanitária pela Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca da Fundação Oswaldo Cruz (ENSP/FIOCRUZ); Especialista em Gestão da Qualidade e Higiene e Tecnologia de Produtos de Origem Animal pelo IFOPE Educacional. Doutora em Ciências da Saúde pela Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Atuou como Encarregado da Seção de Cirurgia Experimental e Microcirurgia do Instituto de Pesquisas Biomédicas do Hospital Naval Marcílio Dias (IPB-HNMD) nos anos 2014-2022. Endereço para correspondência: Hospital Naval Marcílio Dias - Instituto de Pesquisas Biomédicas. Rua César Zama 185, Lins de Vasconcelos, Rio de Janeiro, RJ, CEP: 20725-090. E-mail: mariaalicefusco@gmail.com – Tel: (21) 2599-5452.

\*<sup>2</sup> Biólogo. Doutor em Genética pelo Departamento de Genética do Instituto de Biologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Encarregado da Seção de Cirurgia Experimental e Microcirurgia do Instituto de Pesquisas Biomédicas do Hospital Naval Marcílio Dias (IPB-HNMD).

\*<sup>3</sup> Farmacêutico. Doutor em Ciências pelo Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Encarregado da Seção de Bioanálises do Instituto de Pesquisas Biomédicas do Hospital Naval Marcílio Dias (IPB-HNMD).

## INTRODUÇÃO

“Que *seu* remédio seja *seu* alimento e que *seu* alimento seja *seu* remédio” (Hipócrates). Nos dias atuais, devido ao desenvolvimento tecnológico e à conscientização global sobre saúde, o alimento voltou a ser visto como promotor da saúde e aliado na prevenção de doenças, além da sua função primária de saciedade.

Surgem assim dois conceitos dentro da Ciência de Alimentos: a Segurança dos Alimentos (*Food Safety*) e a Segurança Alimentar (*Food Security*). Apesar de serem bastante semelhantes, os temas abordam questões distintas, mas que convergem no objetivo final de promover e manter a saúde dos consumidores através do fornecimento de alimentos seguros do ponto de vista da higiene e da garantia de acesso, respectivamente.<sup>1</sup>

Os dois conceitos — Segurança dos Alimentos e Segurança Alimentar — devem ser considerados para o normal funcionamento da sociedade, seja em nível global, nacional, regional ou mesmo local, como no caso específico de uma Organização Militar ou uma tropa em missão.<sup>2</sup> As Forças Armadas têm como missão principal a defesa da Pátria e como atribuição subsidiária geral a segurança do país, e para a garantia do cumprimento do dever, a saúde dos militares deve ser garantida de todas as formas, inclusive com o fornecimento sem restrição de alimentos seguros e nutritivos.

Uma possibilidade para a garantia do fornecimento de alimentos suficientes, seguros e nutritivos para manter uma vida saudável e ativa<sup>3</sup> é a irradiação dos alimentos, uma forma de energia limpa que submete o alimento a uma dose controlada de radiação ionizante sem deixar resíduos

nos alimentos, nem liberar material radioativo no ambiente.

## CONTEXTUALIZAÇÃO

Os alimentos, incluindo as bebidas, podem ser fonte de doenças quando estão contaminados principalmente por bactérias patogênicas, vírus, parasitas ou toxinas biológicas. Para a Organização Mundial da Saúde (OMS), as doenças de transmissão hídrica e alimentar (DTHA) são consideradas importantes causas de morbidade e mortalidade, sendo estimados 600 milhões de doentes em todo o mundo, com consequentes 420.000 mortes todos os anos.<sup>4-5</sup> No Brasil, nos anos de 2016-2019, foram notificados 2.504 surtos de DTHA por *Salmonella* sp., *Escherichia coli*, *Staphylococcus* sp., *Bacillus* sp., *Clostridium* sp., Coliformes, *Rotavirus*, *Shigella* sp. e *Norovirus*.<sup>6</sup> As DTHA afetam não somente a saúde e bem-estar de quem consome alimentos contaminados mas também trazem consequências para a saúde pública e para a economia, por conta das perdas na indústria alimentícia e na ausência do consumidor doente de sua função laboral.<sup>7</sup>

Outro fator bastante importante relacionado aos alimentos refere-se à disponibilidade irrestrita de alimentos com qualidade nutricional e quantidade apropriada, em qualquer tempo.<sup>13</sup> Todos os países do mundo têm enfrentado, em maior ou menor grau, o desafio de fornecer produtos agrícolas suficientes e de qualidade diante das alterações climáticas e aumento da demanda principalmente nos grandes centros urbanos.<sup>2</sup> Outra questão refere-se ao desperdício de alimentos em toda a cadeia produtiva, desde a produção agrícola, processamento e transporte de alimentos até

o consumidor final. A estabilidade dos alimentos desde o campo, passando pela logística de transporte e alocação requer a adoção de novas tecnologias que visam a combater o desperdício e a perda de alimentos.<sup>2</sup>

## *Food Safety e Food Security*

Quando um alimento é consumido, espera-se que, além de apresentar as propriedades nutricionais inerentes, ele seja seguro e não cause danos à saúde, promovendo assim a manutenção da vida de quem os consumir.<sup>8</sup> Assim, a Segurança dos Alimentos (da expressão em inglês *Food Safety*) trata da garantia de que os alimentos não causem danos ao consumidor quando preparados e ou consumidos de acordo com o uso a que se destinam.<sup>9</sup>

Embora a contaminação envolva também agentes físicos e químicos, são os agentes biológicos (especialmente bactérias patogênicas) os mais descritos como sendo de importância, sobretudo na indústria alimentícia.<sup>10</sup> Assim, os contaminantes biológicos causam geralmente sintomas de curto prazo, como náuseas, vômitos e diarreia (comumente referida como intoxicação alimentar), mas também podem causar doenças de longo prazo, como câncer, insuficiência renal ou hepática, distúrbios cerebrais e neurais, de acordo com o agente etiológico envolvido.<sup>7,11</sup>

Em relação à acessibilidade ao alimento, estamos diante do quesito Segurança Alimentar (da expressão em inglês *Food Security*). Para a FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura), Segurança Alimentar existe quando todas as pessoas, em todos os momentos, têm acesso a alimentos de forma suficiente, segura e nutritiva

para satisfazer as suas necessidades e preferências alimentares para uma vida ativa e saudável.<sup>1-3</sup> Entretanto um terço das colheitas mundiais é perdida e as principais razões são: estimulação para o crescimento rápido; destruição por insetos e parasitas; deterioração microbiológica e o amadurecimento prematuro.<sup>12</sup>

A Segurança Alimentar trata, portanto, do papel social do alimento e constitui um direito humano fundamental,<sup>2</sup> devendo incluir a Segurança dos Alimentos como um componente indispensável na garantia da entrega de alimentos seguros e nutritivos, que não representem um risco à saúde de quem o consumir.<sup>2</sup> Ou seja, as duas expressões estão intrinsecamente relacionadas, visto que o alimento inseguro gera consequências como desnutrição e doenças, sobrecarregando os sistemas de saúde e prejudicando o desenvolvimento socioeconômico.

Tornar um alimento livre de patógenos e aumentar sua vida de prateleira através de um único processo é a premissa da irradiação dos alimentos, uma das tecnologias mais bem estudadas de todos os tempos.<sup>13</sup>

### Irradiação de alimentos

A utilização de tecnologias nucleares para esterilização no setor de produção de alimentos já é reconhecida há algumas décadas. Por esse método, ocorre a destruição de diferentes microrganismos que podem ocasionar DTHA, além de inibir ou retardar alguns processos fisiológicos dos vegetais e frutos, como o brotamento e o amadurecimento, aumentando assim o tempo para consumo dos alimentos.<sup>13</sup> Não menos importante, a irradiação não torna o alimento radioativo, a despeito dos temores ainda existentes em

torno das tecnologias relacionadas à energia nuclear,<sup>14</sup> sendo empregada em mais de 60 países em substituição ao uso de defensivos agrícolas<sup>15</sup> em especiarias, ervas, temperos, frutas e legumes frescos ou secos, além de frutos do mar, carne, aves e ovos.<sup>16</sup> A irradiação de alimentos é talvez a tecnologia de processamento de alimentos mais estudada quanto à questão de segurança toxicológica e nutricional na história de preservação de alimentos,<sup>16</sup> sendo regulamentada pelo FDA (*U.S. Food and Drug Administration*) desde 1963.<sup>17</sup>

A segurança dos alimentos processados por irradiação foi cientificamente avaliada por extensos estudos realizados pelo Comitê de Especialistas em Irradiação de Alimentos (*Expert Committee on Wholesomeness of Irradated Food* - JECFI) e pelo Grupo de Estudo em Irradiação de Altas Doses (*Study Group on High-Dose Irradiation* - JSGHDI), ambos estabelecidos sob a égide da Organização Mundial de Saúde (OMS), Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) e Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA).<sup>13</sup>

O *Codex Alimentarius General Standard for Irradiated Foods* de 1983, com revisão em 2003,<sup>18</sup> encerrou a discussão a respeito da segurança da irradiação de alimentos com sua clara recomendação de que qualquer alimento poderia ser considerado seguro quando irradiado até uma dose média de 10kGy (kilogray — unidade de medida para quantidade de radiação absorvida). Posteriormente, em um encontro da OMS, FAO e AIEA, especialistas passaram a recomendar a irradiação de alimentos sem restrição de dose irradiada até o limite da dose compatível com as propriedades

organolépticas do alimento. Assim, a dose de radiação pode ser superior a 10kGy quando se deseja a esterilidade do produto,<sup>19</sup> como em dietas hospitalares, rações emergenciais e refeições para astronautas.

Finalmente, em 2011 foi publicado o padrão ISO 14470:2011 (Irradiação alimentar Requisitos para o desenvolvimento, validação e controle de rotina do processo de irradiação utilizando radiação ionizante para o tratamento dos alimentos). No Brasil, a técnica foi introduzida através do Decreto-Lei nº 986/PR, de 21 de outubro de 1969, que instituiu normas básicas sobre alimentos pelos ministros da Marinha de Guerra, do Exército e da Aeronáutica Militar; em 1973, as normas gerais sobre irradiação de alimentos foram estabelecidas no Decreto nº 72.718.

A regulamentação da técnica de irradiação no Brasil dá-se pela RDC nº 21, de 26 de janeiro de 2001, da Anvisa (Agência Nacional de Vigilância Sanitária)<sup>20</sup> e mais recentemente pela Instrução Normativa nº 9 do MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento),<sup>21</sup> que trata da aplicação da irradiação para tratamento fitossanitário, visando a prevenir pragas e prolongar a validade dos diversos alimentos.

As fontes de radiação dos alimentos podem ser, de acordo com o *Codex Alimentarius General Standard for Irradiated Foods* e a RDC 21 da Anvisa,<sup>20</sup> isótopos radioativos emissores de radiação gama, como cobalto-60 e cério-137; raios-X gerados por máquinas que trabalham com energias de até 5 MeV e elétrons gerados por máquinas que trabalham com energias de até 10 MeV.

De acordo com a dose irradiada, haverá diferentes efeitos no

alimento irradiado. Irradiação de dose baixa (até 1kGy) retarda a maturação além de conferir desinfestação contra insetos; irradiação de dose média (1 a 10 kGy) é capaz de reduzir a carga de microrganismos patogênicos; e irradiação de dose alta (acima de 10 kGy) reduz a carga de microrganismos ao ponto da esterilidade.<sup>18</sup>

A irradiação produz **íons** que atuam diretamente nos constituintes das células do alimento e dos organismos contaminantes, ou indiretamente a partir da geração de radicais livres com rompimento das pontes de hidrogênio do ADN (ácido desoxirribonucleico) e ARN (ácido ribonucleico), conseqüente cessação da replicação e morte celular. Da mesma forma, a radiação ionizante pode retardar fe-

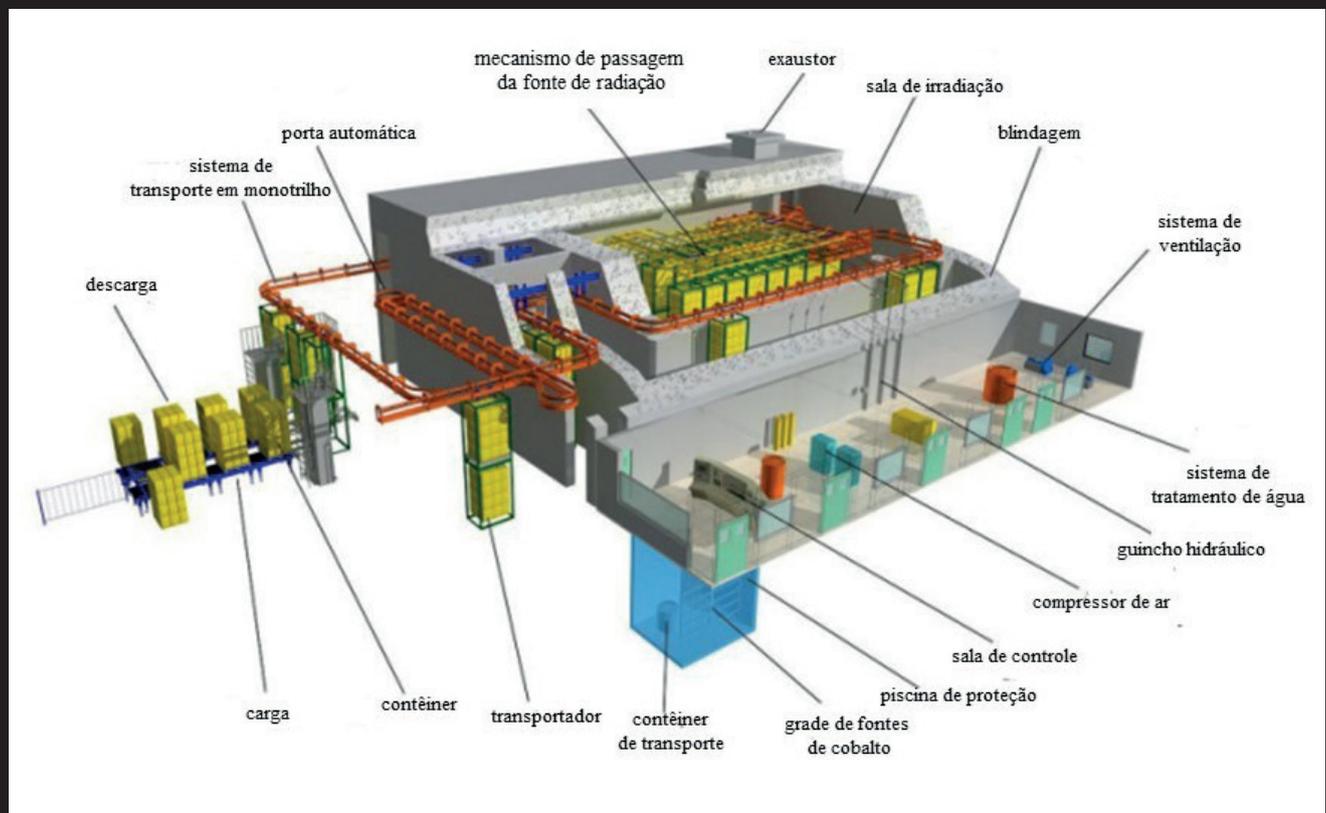
nômenos fisiológicos celulares que acarretam processos como o amadurecimento, o que levaria à decomposição prematura do alimento.<sup>22</sup>

Teoricamente todos os alimentos, "in natura" ou processados, a granel ou embalados, podem ser irradiados. O processo de irradiação ocorre em uma câmara fechada e blindada durante um determinado período sob quantidade controlada de energia ionizante, de acordo com o objetivo desejado — eliminação de patógenos ou aumento do tempo de vida útil do alimento. As instalações de irradiação de alimentos não têm reatores nucleares e o alimento é exposto apenas ao cobalto-60 ou o céσιο-137 (por exemplo) em decaimento. Assim, essas fontes não entram

em contato com o alimento, portanto não geram qualquer tipo de radioatividade ao produto irradiado.<sup>16-22</sup> A irradiação também não altera as propriedades físicas, químicas, nutritivas e sensoriais dos alimentos quando realizada na dose mínima suficiente para o objetivo pretendido.<sup>22</sup>

Na instalação de irradiação de alimentos (Figura 1), o alimento é conduzido até a câmara de irradiação em recipientes através de um monotrilho. Nessa câmara de paredes blindadas encontra-se o irradiador contendo uma fonte de radiação, geralmente de cobalto-60. A fonte de radiação é armazenada em um poço de água tratada e desmineralizada quando a usina não está em operação.<sup>19</sup>

Figura 1 – Modelo de uma instalação para irradiação de alimentos.



Fonte: Adaptado<sup>19</sup>

Pela RDC 21 da Anvisa<sup>20</sup>, os alimentos tratados por irradiação devem receber a frase "ALIMENTO TRATADO POR PROCESSO DE IRRADIAÇÃO", e o logotipo internacional "Radura", utilizado para identificar um alimento irradiado. O centro do logotipo é representado por um produto agrícola alimentício, encerrado em uma embalagem denotada pelo círculo, sendo irradiada por raios penetrantes,<sup>22</sup> como apresentado na Figura 2:

Figura 2 – Logotipo internacional Radura



Fonte: Ehlermann<sup>22</sup>

Importante pontuar que o uso da irradiação dos alimentos não deve prescindir dos controles de higiene fundamentais em cada etapa do processo de produção dos alimentos, transporte até o preparo para consumo,<sup>19</sup> com implementação de procedimentos e técnicas que estão além do escopo deste texto. Além disso, a Higiene de Alimentos está atrelada à participação de profissionais de diferentes conhecimentos como Ciência de Alimentos, Microbiologia, Biomédicas, Economia e Logística (para citar alguns) envolvendo profissionais das áreas de Medicina, Medicina Veterinária, Nutrição, Biologia, Biomedicina, Física e Engenharias.<sup>10</sup>

### A contribuição da Irradiação de Alimentos para as Forças Armadas

O ambiente militar apresenta algumas particularidades quanto ao quesito alimentação. Os militares precisam estar em completo estado de higiene, pois no "teatro de operações", seja em destaque na guerra ou realizando exercícios em tempo de paz, o estresse físico e mental pode comprometer a saúde do militar e reduzir rapidamente a prontidão de combate das Forças. Essas situações podem ser agravadas ainda mais em situações de exposição a doenças exóticas ou condições ambientais extremas.<sup>10</sup> Por isso, o suprimento de alimentos seguros e em quantidades suficientes é requisito essencial para a manutenção das tropas militares em exercício ou combate.<sup>4</sup>

Desde as Cruzadas (século XI-XIII), relatos dão conta dos sintomas de DTHAs, principalmente a diarreia, atingindo os militares em campanhas. Durante a Guerra Civil Americana (1861-1865), ocorreram 360.000 casos de militares baixados por conta da diarreia/ disenteria e 21.000 óbitos. No Vietnã (1955-1975), as DTHAs fizeram mais vítimas entre os militares americanos do que a malária. Os hospitais militares também são alvo de microrganismos oportunistas e, em 1999, em uma unidade médica de campanha que prestava assistência aos refugiados do Kosovo, um surto diarreico ocasionado pela bactéria *Providencia alcalifaciens* ocasionou 27 internações do *staff* da unidade médica; a suspeita de contaminação deu-se em um almoço de confraternização.<sup>24</sup>

Em 2011, o consumo de brotos crus produzidos em uma fazenda na Alemanha gerou um surto alimentar provocado por *Escherichia coli* O104

em militares americanos na Europa. Ao final, 4.100 pessoas adoeceram e mais de 900 pacientes desenvolveram síndrome hemolítico-urêmica ocasionada pela toxina produzida pela bactéria, totalizando 50 óbitos.<sup>24</sup>

"Um exército marcha sobre seu estômago", dizia Napoleão Bonaparte a respeito da importância de soldados alimentados para se manterem motivados a lutar. Nas operações militares, o risco de contaminação dos alimentos ofertados às tropas é grande devido ao longo percurso, armazenamento e manuseio. Além disso, o consumo de alimentos *in natura* é dificultado pelo curto tempo de vida útil do alimento, além da maior facilidade de deterioração. Por essas características inerentes à situação militar, a irradiação dos alimentos adequa-se perfeitamente, permitindo o consumo de alimentos variados que podem ser embalados e posteriormente radioesterilizados e radio-preservados.

As rações operacionais consumidas pelos soldados em um teatro de operações minimizam o surto de DTHAs. Entretanto consumir somente rações operacionais, com privação de alimentos frescos como legumes, vegetais e frutas e preparados na hora como carnes pode se tornar um fator de estresse e insegurança alimentar quanto às questões culturais e religiosas que envolvem a escolha do alimento a ser consumido.<sup>25</sup> Entretanto a disponibilidade de refeições preparadas na hora enfrenta o obstáculo da garantia da segurança quanto ao ponto de vista da higiene dos alimentos, além da deterioração do produto devido ao longo tempo de transporte.

A radioesterilização e a radio-preservação dos alimentos *in natura*

após apropriadamente acondicionados nas respectivas embalagens permitiria o envio de alimentos frescos às tropas em regiões longínquas, ou ainda embarcados em submarinos de propulsão nuclear capazes de permanecer submersos por até seis meses. Também a possibilidade de radioesterilização de alimentos prontos diversos (por exemplo pizzas e até guacamoles disponibilizados pelas Forças Armadas dos Estados Unidos da América)<sup>26</sup> traria à tripulação a sensação de acolhimento e a melhora do *moral da tropa*. Em adição, a esterilização de dietas hospitalares para fornecimento em hospitais de campanha e ajuda humanitária em locais mais remotos é mais uma situação em que a irradiação de alimentos poderia ser empregada com sucesso.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente muito se fala a respeito do consumo de alimentos saudáveis; consumir frutas, vegetais, cereais e carnes minimamente processados faz parte dos hábitos que se deve adotar para o alcance de uma saúde plena. Entretanto as perdas e desperdícios dos alimentos frescos desde a colheita até a prateleira e o consumo final impedem um melhor aproveitamento e aumentam o risco de insegurança alimentar. Além disso, alimentos *in natura* ou pouco processados podem ser fonte natural de contaminação ou se tornarem veículos de agentes infecciosos patogênicos, trazendo risco à saúde de quem os consumir.

Para contornar essas situações, a irradiação é uma forma eficaz de conservação de alimentos que reduz a deterioração dos alimentos e prolonga a sua vida útil, além de reduzir ou mesmo evitar o

risco de doenças veiculadas por alimentos. Considera-se essa técnica de processamento de alimentos uma das mais bem estudadas dentro da Tecnologia de Alimentos nas últimas décadas, com chancela da OMS, FAO e AIEA e sem empecilhos legais para o uso no Brasil.

Dentre as vantagens da técnica, além das supracitadas, a irradiação pode ser realizada no alimento congelado ou seco, sem alteração de suas propriedades organolépticas ou físico-químicas. Também apresenta vantagem na desinfecção ou esterilização de alimentos já embalados, o que representa uma importância especial quando a higiene é difícil de manter, como em condições tropicais.<sup>27</sup>

A irradiação também encontra lugar diante dos novos desafios que estão surgindo com o aparecimento de novos patógenos ou o reaparecimento de microrganismos já conhecidos, mas associado ao consumo de novos veículos alimentares, como a Doença de Chagas, vinculada ao consumo de novos produtos como suco de açaí e goiaba frescos não pasteurizados.<sup>11</sup>

Diversos fatos que têm ocorrido no mundo nos últimos anos têm despertado preocupação entre os especialistas com a segurança alimentar mundial. A pandemia de covid-19 ressaltou a fragilidade da cadeia globalizada de logística de bens, colocando em xeque o modelo atual que implica grande dependência pelo Ocidente do Oriente. A preocupação com o acesso aos alimentos cresceu bastante, especialmente em 2022, após a invasão da Ucrânia pela Rússia. A Ucrânia tem importância mundial na produção e fornecimento de trigo, e a Rússia, de fertilizantes e combustíveis. Essa guerra e as sanções econômicas

à Rússia resultantes dela já estão gerando preocupação na oferta de alimentos, que, obviamente, afeta com mais intensidade as populações do mundo em maior vulnerabilidade.<sup>28</sup>

Outro fator que afeta a oferta de alimentos é a restrição à produção por questões envolvendo o impacto ambiental da cadeia de produção de alimentos (utilização de água, de defensivos agrícolas, emissão de gases de efeito estufa, entre outros). Em face de todas essas preocupações, medidas que busquem reduzir o desperdício e aumentar o prazo de validade melhorando a conservação devem ser buscadas.

A Marinha do Brasil, por meio da Amazul, já busca desenvolver essa tecnologia para disponibilizá-la ao país, em linha com a sua vocação de fomentar o uso da energia nuclear.<sup>29</sup>

### CONCLUSÃO

A irradiação é um método seguro e efetivo de tornar o alimento próprio para consumo sob o ponto de vista higiênico-sanitário, além de estender o tempo de vida útil dele (*shelflife*). Assim, por essa técnica de processamento de alimentos, o consumidor tem a garantia de que o alimento consumido não será fonte de DTHA, mas sim de nutrientes essenciais à manutenção da sua saúde em quantidades necessárias. No Brasil não há empecilhos legais para o uso da técnica, portanto a irradiação dos alimentos deve ser considerada como alternativa factível para melhoria das condições de Segurança dos Alimentos (*Food Safety*) e Segurança Alimentar (*Food Security*) no país.

### REFERÊNCIAS

1. Giuseppe E, Monica S, GianFranco G. Science for Food Safety and Qual-

- ity: a Review – part 1. *Qual Life* 2010; 1(1):26-40. [Acesso em: 24 set 2022]. Disponível em: [https://qol-au.com/sites/default/files/QOL-00-3-Ene\\_0.pdf](https://qol-au.com/sites/default/files/QOL-00-3-Ene_0.pdf)
2. Ene C. Food Security and Food Safety: Meanings and Connections. *Economic Insights – Trends and Challenges* 2020; 9 (72):59-68. [Acesso em: 24 set 2022]. Disponível em: [https://upg-bulletin-se.ro/wp-content/uploads/2020/12/7.Ene\\_.pdf](https://upg-bulletin-se.ro/wp-content/uploads/2020/12/7.Ene_.pdf)
3. *Food and Agriculture Organization*, 1996. Rome Declaration on World Food Security and World Food Summit Plan of Action. World Food Summit. Rome: FAO Food and Agriculture Organization of United Nations. [Acesso em: 24 set 2022]. Disponível em: <https://www.fao.org/3/w3613e/w3613e00.htm>
4. Mara A, McGrath L. Defending the military food supply: acquisition, preparation, and protection of food at US military installations. South Carolina: Create Space Independent Publishing Platform. 2012. [Acesso em: 24 set 2022]. Disponível em: <https://ndupress.ndu.edu/Portals/68/Documents/DefenseTechnologyPapers/DTP-068.pdf?ver=2017-06-22-143021-517>
5. World Health Organization. Food safety [internet]. Who.int.; 2022. [Acesso em: 24 set 2022]. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>
6. Ministério da Saúde (BR). Secretaria de Vigilância em Saúde. Distribuição temporal dos surtos notificados de doenças transmitidas por alimentos – Brasil, 2007-2015. *Boletim Epidemiológico*. 2020; 51(32): 27-31. [Acesso em: 24 set de 2022]. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/dtha/arquivos/informe-sobre-surtos-notificados-de-doencas-transmitidas-por-agua-e-alimentos-2013-brasil-2016-2019.pdf/view>
7. Sola MC, Aves FAF. Food safety in pandemic times: covid-19. *J. VetSci-Public Health*. 2020; 7(1), 019-025. [Acesso em: 24 set 2022]. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/revcivet.v7i1.55494>
8. Panetta JC. Proteção dos alimentos: a interconexão entre segurança, defesa e qualidade. *Higiene Alimentar* 2012; 26(208/9): 3-6. [Acesso em: 24 set de 2022]. Disponível em: <https://higienealimentar.com.br/protacao-dos-alimentos-a-interconexao-entre-seguranca-defesa-e-qualidade/>
9. Organização Pan-americana da Saúde. O Codex Alimentarius. *hac-cp: ferramenta Essencial para a Inocuidade dos Alimentos*. Buenos Aires, Argentina: OPAS/INPPAZ. 2005. ISBN 950-710-096-2. [Acesso em: 24 set 2022]. Disponível em: [https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/51873/9507100962\\_por.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=O%20Codex%20Alimentarius%20%C3%A9%20um,no%20com%C3%A9rcio%20internacional%20de%20alimentos.](https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/51873/9507100962_por.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=O%20Codex%20Alimentarius%20%C3%A9%20um,no%20com%C3%A9rcio%20internacional%20de%20alimentos.)
10. Nkwantabisa GK. The United States army food safety, security, and protection system. Manhattan. Master's thesis [Master of Public Health] – Kansas State University; 2008. [Acesso em: 24 de set 2022]. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/5165026.pdf>
11. Altekrose SF, Cohen ML, Swerdlow DL. Emerging foodborne diseases. *Emerg Infect Dis* 1997; 3:285-293. [Acesso em: 24 set de 2022]. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2627632/pdf/9284372.pdf>
12. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Cutting food wasteto feed the world. [Acesso em: 24 set 2022]. Disponível em: <https://www.fao.org/news/story/en/item/74192/icode/>
13. Ehlermann DAE. Safetyof food and beverages: safetyofirradiatedfoods. 2014. [Acesso em: 24 set 2022]. Disponível em: Safety of Food and Beverages: Safety of Irradiated Foods - ScienceDirect<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-378612-8.00305-X>
14. Bianchessi S, Braccini VP, Rüchel F, Arbello DDR, Erhardt MM, Jiménez MSE. Utilizando o método irradiação para a conservação dos alimentos. *Braz J Dev*. 2021; 7(8):80247-54. [Acesso em: 24 set 2022]. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/34357/pdf>
15. International Atomic Energy Agency. Food irradiation, benefits, use, standards. [Acesso em: 24 set 2022]. Disponível em: [www.iaea.org/topics/food-irradiation](http://www.iaea.org/topics/food-irradiation).
16. Liberty JT, Dickson DI, Achebe AE, Salihu, MB. An overview of the principles and effects of irradiation on food processing & preservation. *IJMCR* 2013; 1. [Acesso em: 24 set 2022]. Disponível em: <http://ijmcr.com/wp-content/uploads/2013/12/Paper21236-243.pdf>
17. Department of Agriculture (US). Food Safety and Inspection Service. Irradiation and food safety FAQ [internet]. [Acesso em: 24set 2022]. Disponível em: <https://www.fsis.usda.gov/food-safety/safe-food-handling-and-preparation/food-safety-basics/irradiation-and-food-safety-faq#:~:text=The%20FDA%20first%20approved%20the,raw%20poultry%2C%20and%20red%20meats.>
18. Food and Agriculture Organization. Codex Alimentarius Comission. Revised Codex General Standard for Irradiated Foods. [Acesso em: 24 set

- 2022]. Disponível em: [https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/pt/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsite%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B106-1983%252FCXS\\_106e.pdf](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/pt/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsite%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B106-1983%252FCXS_106e.pdf)
19. International Atomic Energy Agency. Manual of good practice in food irradiation: sanitary, phytosanitary and other applications. 2015. Technical Reports Series, 481. [Acesso em: 24 de set 2022]. Disponível em: <https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/trs481web-98290059.pdf>
20. 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, revogando a Portaria nº 09 DINAL/MS de 1985 e Portaria nº 30 de 1989. Diário Oficial da União, Brasília, 29 de jan. de 2001. [Acesso em: 24 set 2022]. Disponível em: [https://bvs.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2001/rdc0021\\_26\\_01\\_2001\\_.html#:~:text=RESOLU%C3%87%C3%83O-RDC%20N%C2%BA%2021%2C%20DE%2026%20DE%20JANEIRO%20DE,reuni%C3%A3o%20realizada%20em%2024%20de%20janeiro%20de%202001%2C](https://bvs.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2001/rdc0021_26_01_2001_.html#:~:text=RESOLU%C3%87%C3%83O-RDC%20N%C2%BA%2021%2C%20DE%2026%20DE%20JANEIRO%20DE,reuni%C3%A3o%20realizada%20em%2024%20de%20janeiro%20de%202001%2C)
21. MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BR). Instrução Normativa nº 9, de 24 de fevereiro de 2011. Adota as diretrizes da Norma Internacional para Medidas Fitossanitárias - NIMF nº 18 como orientação técnica para o uso da irradiação como medida fitossanitária com o objetivo de prevenir a introdução ou disseminação de pragas quarrentenárias regulamentadas no território brasileiro. [Acesso em: 24 set 2022]. Disponível em: [https://www.normasbrasil.com.br/norma/instrucao-normativa-9-2011\\_78333.html](https://www.normasbrasil.com.br/norma/instrucao-normativa-9-2011_78333.html)
22. Ehlermann DAE. The radura-terminology and food irradiation. Food Control 2019; 20(5): 526-528. [Acesso em: 24 set 2022]. Disponível em: <https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/trs481web-98290059.pdf>
23. Institute of Food Science Technology. Food irradiation [internet]. 2018. [Acesso em: 24 set 2022]. Disponível em: <https://www.ifst.org/resources/information-statements/food-irradiation>
24. Peixoto FC, Melo CB. Capacidade em defesa alimentar nas forças armadas brasileiras: abordagem sistêmica. RevEscSuper Guerra [online]. 2019;34(71):13-30. [Acesso em: 24 set 2022]. Disponível em: <https://revista.esg.br/index.php/revistadaesg/article/view/1085/888>
25. Food Safety Diagnostics: ensuring safe food for soldiers [internet]. [Acesso em: 24 set 2022]. Disponível em: [http://www.seabeecook.com/sanitation/field/food\\_safety.htm](http://www.seabeecook.com/sanitation/field/food_safety.htm)
26. Whitehead N. Cheetos, Canned Foods, Deli Meat: How The U.S. Army Shapes Our Diet. NPR Choicepage [internet]. 2019. 2015. [Acesso em: 24 set 2022]. Disponível em: <https://www.npr.org/sections/the-salt/2015/07/31/427854425/cheetos-canned-foods-deli-meat-how-the-u-s-army-shapes-our-diet>
27. Kooij JV. Food irradiation makes progress. IAEA Bulletin. 1984;26(2):17-21. [Acesso em: 24 set 2022]. Disponível em: <https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/magazines/bulletin/bull26-2/26205781721.pdf>
28. Gross M. Global food security hit by war. Curr Biology. 2022;32(8):PR341-3. [Acesso em: 24 set 2022]. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960982222005760>
29. Amazônia Azul Tecnologias de Defesa S.A. Irradiação. Brasil terá centros de irradiação para esterilizar alimentos. [internet]. [Acesso em: 24 set 2022]. Disponível em: <https://www.amazul.mar.mil.br/brasil-ter-a-centro-irradiacao-alimentos>