

# Irradiação de alimentos: Revisão comparativa, histórica e difusão do processo

Ricardo Ramos<sup>1</sup> & Eutropio Vieira Batista<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI, Piauí, Brasil

Correspondência: Ricardo Ramos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, IFPI, Estado do Piauí, Brasil. E-mail: ricplay.ramos@hotmail.com

Recebido: Fevereiro 09, 2023

Aceito: Abril 07, 2023

Publicado: Agosto 01, 2023

DOI: 10.14295/bjs.v2i8.313

URL: <https://doi.org/10.14295/bjs.v2i8.313>

## Resumo

A utilização da irradiação em alimentos não é uma técnica nova, mas vem apresentando relevantes avanços em sua aceitação e nos benefícios que eles podem providenciar aos alimentos. Logo, este trabalho teve por objetivo avaliar a história da utilização da técnica de irradiação nos alimentos. Bem como, observar quais foram os principais benefícios e metodologias empregadas. Em seguida, constatou-se que esta é uma técnica segura e eficiente para aumentar o tempo de vida em prateleira dos alimentos e livrar de patógenos. Além disso, apresenta uma regulamentação de suma importância que garante qualidade e segurança para estes alimentos, difundindo ainda mais o processo no meio social e acadêmico.

**Palavras-chave:** irradiação de alimentos, segurança alimentar, tecnologia nuclear, conservação de alimentos.

## Food irradiation: Comparative, historical and diffusion review of the process

### Abstract

The use of irradiation in food is not a new technique, but it has shown relevant advances in its acceptance and in the benefits that it can provide to food. Therefore, this work aimed to evaluate the history of the use of the irradiation technique in food. As well as observe what were the main benefits and methodologies employed. Then, it was found that this is a safe and efficient technique to increase the shelf life of foods and get rid of pathogens. In addition, it presents a very important regulation that guarantees quality and safety for these foods, further spreading the process in the social and academic environment.

**Keywords:** food irradiation, food safety, nuclear technology, food preservation.

### 1. Introdução

Produzir alimentos é uma das ações mais antigas da humanidade, marcada principalmente pelo abandono ao nomadismo e instauração da residência fixa. A partir disto, a agricultura, o cultivo de alimentos e a criação de animais, ganharam destaque sobre a necessidade de estocagem de alimentos, que se tornou cada vez mais necessário. Contudo, foi observado aos longos dos anos que para garantir maior tempo de vida útil dos alimentos, vários condimentos e técnicas começaram a serem empregadas visando aumentar o tempo de vida de prateleira entre os diversos tipos de alimentos (Ravindran, 2019).

Diversos métodos podem ser empregados e foram desenvolvidos ao longo da história para o processamento, garantindo a conservação dos alimentos, onde dentre eles, cita-se a pasteurização, congelamento, resfriamento e novas abordagens como o uso de radiação. Com os avanços tecnológicos e a utilização e produção de novos sistemas, uma técnica que ganhou destaque foi a radiação ionizante (Eustice, 2017).

A irradiação em produtos alimentícios é caracterizada como um processo físico que submete os alimentos embalados ou a granel frente a diferentes doses de radiações ionizantes, ao qual, são energias com elevadas cargas ionizantes que geram o desalojamento dos elétrons pertencentes a eletrosfera de átomos e as moléculas com princípio de convertê-los em partículas eletricamente carregadas, chamadas íons (Levy et al., 2020). Não consiste, entretanto, em tornar um alimento radioativo, mas em preservar a qualidade, bem como, aspecto e sabor de modo a não apresentar risco, uma vez que, não há contato entre a fonte de irradiação e o alimento em modo diretamente proposital

(Bianchessi et al., 2021), o que delimita a segurança do procedimento.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) regulamenta o uso de irradiação de alimentos no território brasileiro a partir de sua RDC nº. 21, que data de 26 de Janeiro de 2001, e que prevê o uso desse procedimento não apenas para fins sanitários e fitossanitários, mas ainda, para uso tecnológico. Em consonância com as normas internacionais sobre o tema, a legislação nacional permite que quaisquer alimentos possam ser irradiados, desde que seja observada a dosagem, em seus limites máximos e mínimos estabelecidos. Também deve estar presente nos rótulos desses alimentos o símbolo internacionalmente utilizado para alimento irradiado, além de conter um aviso expresso de que o referido alimento foi tratado por meio de processo de irradiação, em letras não menores que um terço da maior utilizada na rotulagem.

A radiação ionizante apresenta mecanismo capaz de atuar diretamente ou indiretamente frente aos micro-organismos, ou, de modo mais específico, as moléculas de DNA e RNA desse grupo de seres vivos microscópicos são afetadas, e assim, levam a inibição da sua reprodução e crescimento. Além disso, as radiações apresentam atividade elevada nos processos de oxidação destrutiva em estruturas lipoproteicas encontradas nas membranas celulares. A aplicação de um tipo de radiação tem efeito e eficácia dependente sobre a dose aplicada e do tipo de radiação ( $\alpha$ ,  $\beta$  ou  $\gamma$ ), além disso, deve-se considerar a radioresistência dos micro-organismos (Oaks et al., 2021), que implicam em diferentes tempos de exposição, conforme o objetivo que se deseje, em vista de um microorganismo específico.

Mesmo frente aos benefícios trazidos pela irradiação de alimentos, ainda é um desafio, nos dias de hoje, a aceitação dos alimentos irradiados da parte dos consumidores, o que, segundo Rusin (2017), se dá em uma relação direta com a falta de conhecimento ou com informações equivocadas em relação a tal procedimento. Apesar de tratar-se de uma técnica de extrema importância, ao longo da história adquiriu vários obstáculos e preconceitos com seu uso e com as possibilidades que a radiação ionizante traz à sociedade.

O presente trabalho portanto, tem como objetivo analisar o emprego da irradiação no alimentos na sociedade atual, examinando suas características e métodos, traçando um panorama histórico de seu uso, e discorrendo sobre os preconceitos que tal tecnologia sofre, e como esses podem ser vencidos.

## **2. Material e Métodos**

Este estudo é de caráter descritivo, ao qual visa a partir de trabalhos e artigos presentes na literatura, fazer inferências sobre o tema proposto, baseado nisso foi produzida uma revisão narrativa para descrever os processos relacionados a irradiação dos alimentos analisando as perspectivas históricas e as principais mudanças atuais na atuação.

Para tal observação foi realizado uma busca nos principais bancos de dados: PubMed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>), Web of Science, Google Acadêmico, Ministério da Saúde, Organização Mundial da Saúde e SciELO. Ao qual foram utilizados como descritores de busca “Benefícios da irradiação dos alimentos”; “Impactos da irradiação dos alimentos e novas abordagens”, “Irradiação dos alimentos: mitos e inverdades ao longo da história” e “Principais acontecimentos com histórico da irradiação dos alimentos”.

Foram incluídos nesta revisão artigos que trabalhassem diretamente com a temática abordada e que abordem a empregabilidade da irradiação de alimentos como método de conservação e prevenção de doenças. Além disso, foram considerados apenas artigos originais e datados entre 2010 até 2022.

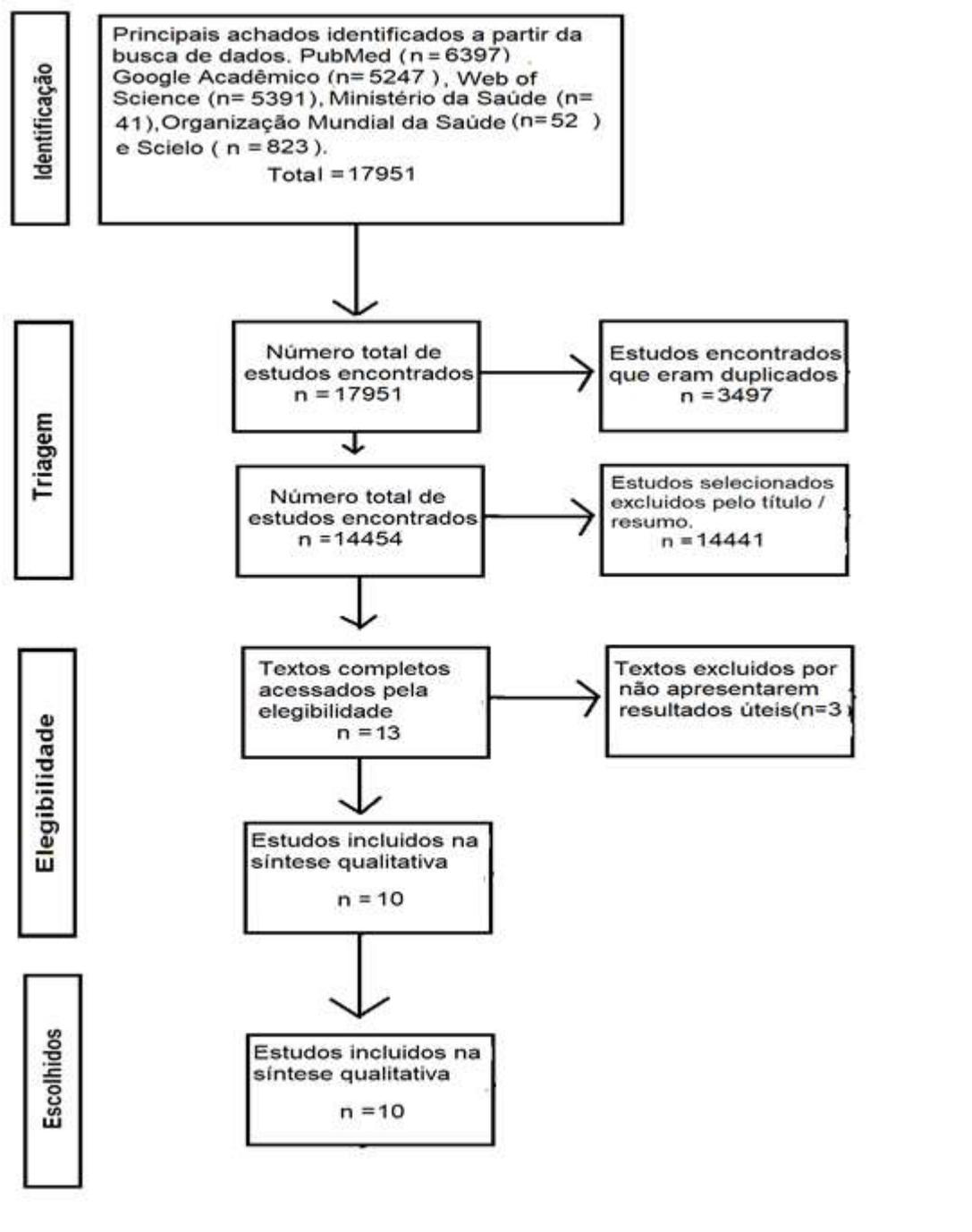
Foram excluídos arquivos que não apontem diretamente o tema abordado, que tratem de outras temáticas referentes a irradiação, artigos que não apresentem impacto direto sobre o tema proposto foram desconsiderados e artigos anteriores a 2010. Além disso, este trabalho traz diversos benefícios ao profissional e a população visto que auxiliam tanto na compreensão e na importância da irradiação dos alimentos como mecanismo seguro e eficaz.

Para a formulação deste artigo foi realizado a seleção de forma rigorosa e direcionado. Além disso, todas as informações contidas nesta revisão de cunho não pessoal do autor serão devidamente referenciadas e datadas adequadamente.

Os artigos foram analisados quanto a informação contida, além de estarem ou não diretamente ligados a temática. Durante a seleção dos artigos foi utilizado a metodologia PRISMA, um sistema para a triagem dos artigos, ao qual foi montado um fluxograma de seleção dos trabalhos. Ademais, a partir dos artigos escolhidos para compor essa revisão foi produzido uma tabela expondo os principais achados que foram utilizados na discussão deste trabalho.

### 3. Revisão de literatura

A partir do método PRISMA foi organizado a busca dos artigos e os resultados estão presentes na (Figura 1). A partir da busca para cada banco de dados, foram encontrados um total de 17.951 artigos relacionados ao tema. Em seguida, foi realizado uma triagem na qual foram encontrados 3.497 artigos duplicados e os demais, 14.441 foram excluídos a partir do título, resumo e entre os parâmetros adotados nesta pesquisa. Então, foram identificados 13 trabalhos que passaram para a etapa de elegibilidade, na qual tratavam do tema proposto, ao qual foram descartados 3 por não apresentarem protocolo, sendo assim, um total de 10 trabalhos que foram incluídos nesta revisão sistemática.



**Figura 1.** Fluxograma da seleção de artigos utilizados no desenvolvimento do trabalho.

Fonte: Autores, 2023.

### 3.1. História da irradiação dos alimentos e as normas no Brasil

Os interesses dos pesquisadores na irradiação aplicados a Saúde Pública frente a sua utilização para os alimentos existem a mais de 100 anos. Nos Estados Unidos, o Instituto de Tecnologia de Massachussets (MIT) começou a demonstrar interesse pela técnica no final do século XIX, especificamente no ano de 1899. Já na Europa, o emprego de tal tecnologia começou a ser utilizada pelos alemães e franceses apenas a partir de 1914. Contudo, foi apenas a partir de 1950 que novos estudos começaram a revelar os verdadeiros benefícios do emprego da irradiação nos alimentos, demonstrando eficácia na eliminação de patógenos, e apenas em 1999 que a Organização Mundial da Saúde (OMS) liberou o uso de doses de radiação superiores a 10 kGy (Diehl, 2002; Rodrigues, 2019).

A radiação ionizante é uma técnica que começou a ser utilizada nos processos de conservação de alimentos há várias décadas, e é regulamentada pelo *Food and Drug Administration* (FDA) desde 1963. Todavia, a partir de 1997, a Organização Mundial da Saúde (OMS), após diversos estudos, liberou o uso da técnica para diferentes tipos de alimentos (Bianchessi et al., 2021). Os estudos ajudaram a provar a eficácia de tal técnica na garantia da conservação dos alimentos, além de mostrar que o seu emprego não era prejudicial à saúde.

A utilização da técnica de irradiação no Brasil, foi datado da década de 1950, ao qual, os primeiros estudos sobre a irradiação de alimentos foram realizados no Centro de Energia Nuclear e Agricultura. Depois de muitos estudos e processos avaliados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), a legislação brasileira decidiu seguir as recomendações internacionais sugeridas pela *Food and Agriculture Organization* (FAO) (Ehlermann et al., 2016).

No Brasil, diversas normas regem a aprovação de métodos de conservação de alimentos, estas normas estabelecem os requisitos para aprovação do processo de irradiação de alimentos, compondo assim, um conjunto técnico de regras para padronização de ideias. Dentre as normas que regem a irradiação de alimentos no Brasil, o decreto que foi estabelecido no dia 29 de Agosto de 1973 na Lei nº 72.718, e a portaria nº 9 da Divisão de Vigilância Sanitária de Alimentos do Ministério da Saúde (DINAL), juntamente com o Instituto Oswaldo Cruz, o Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde e a Comissão Nacional de Energia Nuclear, que em consenso adotaram as normativas fitossanitárias internacionais nº 18 como orientação para aplicação da irradiação frente as dificuldades fitossanitárias, tendo por objetivos e metas eliminar e barrar a disseminação de pragas no Brasil (Ehlermann et al., 2016).

Em uma determinada reunião realizada em 2001 para discussão da empregabilidade da radiação ionizante, a ANVISA aprovou a resolução nº. 21 que diz a seguinte frase:

“qualquer alimento poderá ser tratado por radiação desde que a dose máxima absorvida seja inferior àquela que comprometeria as propriedades funcionais e ou os atributos sensoriais do alimento” (Anvisa, 2001).

Em tal Resolução, está contido a regulação para aplicação da irradiação nos alimentos aqui no Brasil, visto que tal técnica foi considerada a necessidade de aperfeiçoamento das ações de controle, além disso, atualizar, harmonizar e consolidar tais normas e regulamentos (Satin, 2020).”

Todavia, embora a irradiação de alimentos apresente-se como uma técnica segura com leis, regras e protocolos pela ANVISA, muito ainda tem que ser considerado e modificado para sobrepor os obstáculos enfrentados pela irradiação dos alimentos que impedem a completa comercialização de alimentos irradiados no Brasil. Os principais obstáculos enfrentados são a baixa taxa de aceitação pelos consumidores por este tipo de alimento (Mastro, 2015).

Devido aos problemas associados ao uso comercial desta tecnologia, o processo de crescimento desta tecnologia é árduo e lento. Estes problemas desenvolvem o preconceito por parte dos consumidores brasileiros que por falta de conhecimento acabam por relacionar a uma imagem negativa que a energia nuclear provocou em todo mundo. O conhecimento e as leis são muito importantes visto que definem os limites de energia que podem ser empregadas no processo (Pinto, 2018).

### 3.2. Processo de irradiação dos alimentos e benefícios

O processo da irradiação atua impedindo a multiplicação de organismos que levam a deterioração do alimento, dando enfoque nas bactérias e nos fungos, ao qual atuam alterando a sua estrutura molecular, como também inibem a maturação de algumas frutas e legumes, alterando os tecidos fisiológicos das plantas (Ashraf, 2019).

Os principais tipos de radiações que são utilizados nos tratamentos de alimentos e materiais são limitados a radiação X ou raios X e a radiação ionizante gama de alta energia e a de elétrons acelerados, desalojando os elétrons dos átomos e moléculas, convertendo-as em íons e assim gerando a desestruturação dos patógenos. Tal técnica

é utilizada em 38 países para a conservação de alimentos e para destruição ou inibição bioquímicas que levam a morte de patógenos (Bianchessi et al., 2021).

Os países que utilizam a irradiação dos alimentos precisam apresentar uma rotulagem regulamentada e exige que os alimentos apresentem quais ingredientes ou componentes foram tratados pelo uso da irradiação. Após o processo, os alimentos podem seguir para distribuição e transporte, serem consumidos ou armazenados por um maior período (Russin, 2017).

O mecanismo específico da radiação ionizante consiste na produção de partículas carregadas eletricamente que são denominadas de íons, visto que estes íons ao entrarem em contato com qualquer superfície ou material, atua interrompendo os processos orgânicos que levam os alimentos ao apodrecimento. Além disso, os raios X, raios gama ou os elétrons apresentam alta absorção pela água e outras moléculas que são partes integrantes dos alimentos, ao qual são capazes de preservar essas estruturas (Ehlermann et al., 2016).

Durante o processo, quando a energia do raio ionizante é dissipada do equipamento, tal energia é medida em Joule (J) e a mesma é aplicada em um determinado material em quilogramas (Kg), quando tal mensuração acontece determina-se que o material recebeu a dose de um Gray (Gy). No processo não só os microrganismos são mortos, mas também parasitas, insetos e seus ovos e larvas acabam por sofrerem severos danos levando a esterilidade ou a morte (PI et al., 2021).

Dentre os radioisótopos, moléculas que emitem radiação e assim liberam os raios para a irradiação dos alimentos, o radioisótopo  $Co_{60}$  (Cobalto) é a fonte mais comum da radiação gama. A exposição do alimento pode atuar duplicando ou até mesmo triplicando o tempo de vida útil dos alimentos e aumentando a sua conservação. Este sistema é considerado eficiente para conservação dos alimentos pois reduz as propensões de perdas naturais causadas por processos fisiológicos, além de eliminar qualquer patógeno infectante (Ashraf, 2019).

Dentre os principais grupos de processos de irradiação para alimentos, podemos destacar: a radurização, radicação ou também chamada de radiopasteurização e pôr fim a radapertização ou popularmente conhecida como esterilização comercial. O processo de radiurização consiste na aplicação de pequenas doses de radiação ionizantes sendo estas abaixo de 1 kGy, ao qual tem por objetivo inibir brotamentos, retardar o período de maturação e de deteriorização causada por fungos de frutas e permitindo o controle da infestação de insetos e ácaros (Rodrigues, 2019).

A Radicação é um processo que consiste na aplicação de doses de radiação um pouco mais altas que a dose média variando entre 1 kGy e 10 kGy, ao qual é ideal para os processos que consistem em pasteurizar tais como sucos, ou também podem ser empregados para evitar a deteriorização de carnes frescas, permitindo também gerar o controle sobre doenças tal como o gênero *Salmonella* em produtos avícolas, entre outros (Bianchessi et al., 2021).

A Radapertização ou popularmente conhecida como esterilização comercial consiste na aplicação de elevadas doses de alta energia ionizante para esterilização total dos alimentos, a dose aplicada geralmente varia entre 10 kGy e 45 kGy, sendo bastante empregada na esterilização de carnes e processados, destruindo os micro-organismos que levam a uma deterioração mais rápida do alimento (Pinto, 2018).

O processo para aplicação de qualquer um dos três procedimentos consistem na exposição do alimento quer seja ele embalado ou não. O procedimento é realizado em uma sala com uma câmara especial de processamento por um determinado tempo em que o alimento é tratado (Mastro, 2015).

Como qualquer método utilizado na conservação dos alimentos ou em qualquer outra área apresenta vantagens e desvantagens, como vantagens podemos citar que pouco ou nenhum aquecimento do alimento ocorre, além de poder ser utilizado em alimentos congelados, naturais ou embalados. Além disso, os alimentos frescos que recebem o tratamento com radiação ionizante não necessitam da utilização de conservantes químicos para manutenção da qualidade e do tempo de vida útil de prateleira. Ademais, o processo pode ser controlado de maneira totalmente automática e tem um baixo custo de operação (Bianchessi et al., 2021), além de a implementação de tal técnica é de elevadíssimo preço, além da preocupação com a irradiação de maneira excessiva sob os alimentos e a irradiação frente a saúde e segurança do operador.

### 3.3 A aceitação de alimentos irradiados no Brasil

Ainda com todas as vantagens encontradas no processo de irradiação de alimentos representa, mesmo enquanto mecanismo que auxilia no controle de qualidade de alimentos diante das necessidades mercadológicas, ainda há desafios quanto da implementação desse recurso em larga escala. Com efeito, apenas uma empresa do sudeste do país conta com o uso da irradiação de alimentos em escala industrial (Levy et al., 2020), o que está longe de representar uma atenção à altura da demanda de mercado que a irradiação busca atender.

Tais desafios, que giram em torno da aceitação popular do método de irradiação nos alimentos consumidos pela população, se fazem sentir ainda mais fortemente em regiões como o estado de Goiás, marcado de forma traumática pelo incidente com o Césio 137 no ano de 1987, gerando centenas de mortes por contaminação (Rocha et al., 2021), deixando na população o receio diante de qualquer uso de energia nuclear. Deste modo, ainda que inúmeros órgãos de alcance internacional aprovelem e regularizem o uso de irradiação, tais interpretações equivocadas, aliadas à falta de orientação sobre o tema, representam barreiras especificamente presentes no contexto brasileiro do uso dessa tecnologia. Isso se deve ao fato de que tais receios preconceituosos e desinformados não se mostram apenas no consumidor final, mas por toda a cadeia produtiva, incluindo produtores, comércio, e a própria indústria.

No estado de São Paulo, maior PIB do país e 21ª maior economia do mundo (Romero, 2020), pesquisa realizada por Denise Levy (2018) aponta que uma associação imediata entre radiação ionizante e guerras, câncer, contaminação letal e acidentes nucleares foi feita por mais da metade dos entrevistados 55%, ao passo em que, 67% desses entrevistados sequer haviam visto o símbolo da Radura antes, e ainda que 21%, dizendo conhecer o símbolo, não tinham conhecimento do que ele significa. E mais: em geral, não se fazia, entre os entrevistados, diferenciação entre alimento irradiado e alimento contaminado ou alimento radioativo. A pesquisadora ainda afirmou, em documento posterior (Levy, 2020), que após realizar a entrevista, prestou breve esclarecimento sobre alimentos irradiados, e a aceitação imediata dos entrevistados subiu exponencialmente, com 70% afirmando não só que compraria tais alimentos, como que esclareceria e informaria sobre para outras pessoas, às quais os recomendaria.

Lacerda & Leite (2018) apontam que além dos traumas históricos como o do Césio 137 e o da segunda guerra mundial, o preço de alimentos irradiados dentro do mercado brasileiro ainda não parece atraente, o que se dá também por esse recuo do consumidor frente a esse termo em produtos, o que acaba prejudicando o interesse de mais empresas em investir em tais produtos, dificultando a concorrência. Com efeito, a maior parte do comércio de alimentos irradiados no Brasil atualmente se dá entre temperos e condimentos para alimentos industrializados, tais quais embutidos e salgadinhos.

Com diversas pesquisas realizadas nas últimas décadas sobre a aceitação do uso de irradiação em alimentos sendo muito mais uma propensão que corre em paralelo com o nível de escolarização dos pesquisados (Levy et al., 2018), salta aos olhos como a informação acerca do tema tem vital importância no avanço dessa aceitação, o que ecoa diretamente em toda a cadeia produtiva, dado que o consumidor final é o maior sustentáculo desta.

Entretanto, com instalações em torno dessa tecnologia consolidadas a nível nacional, os custos a longo prazo se mostram irrisórios perto dos tratamentos agroquímicos, com o mesmo podendo-se dizer do potencial de agressividade ao meio-ambiente e à saúde pública (Rocha et al., 2021). Haja visto que o procedimento já é uma realidade amplamente utilizada e aceita em mais de 60 países (Maliszewski, 2021), é também uma questão de economia nacional, que se encontra prejudicada por entraves caudados por uma pura barreira de desinformação e preconceito.

O trabalho informativo, de forma clara e ao alcance da maior parte da população, é um importante aliado contra essa perspectiva retrógrada, e o país tem muito a ganhar com a derrubada dessa barreira.

### 3.4. Estudos comparativos da utilização da irradiação nos alimentos

A partir dos dados fornecidos pelos autores foi produzido uma tabela, ao qual discute-se os principais achados referentes a segurança da utilização de tais tecnologias, bem como sua empregabilidade e recomendações do uso. Os principais resultados estão no (Quadro 1).

**Quadro 1.** Principais achados a partir dos artigos selecionados pela metodologia PRISMA, entre os anos de 2015 e 2022.

Título	Autor – Ano	Principais achados
A radiação ionizante na promoção da alimentação adequada e saudável.	Mastro, 2015	Neste artigo o autor relata e discute os níveis de irradiação que devem ser fornecidas aos alimentos, apontando que os níveis permitidos não devem ultrapassar 10 kGy destacando principalmente alimentos frescos, enquanto os níveis utilizados em processados são maiores. Além disso, aponta a formação dos radiolíticos na estrutura dos alimentos, um composto comum presente em qualquer tipo de aquecimento e que não é prejudicial para saúde. Por fim, destaca a importância da divulgação dos

		benefícios da utilização da irradiação nos alimentos.
Formas de uso da radiação para conservação dos alimentos: uma abordagem bibliográfica	Pinto, 2018	Neste estudo, o autor aponta as adaptações e implementações tecnológicas na irradiação dos alimentos, dando destaque às fontes de irradiação no caso dos raios X e da radiação gama. Ele relata sobre o tempo de exposição dos alimentos a estes tipos de radiação e a importância do controle adequado para não gerar prejuízo aos alimentos. Por fim, aponta que esta é uma técnica segura e eficaz na eliminação de micro-organismos invasores.
The early history of food irradiation	Ehlermann et al., 2016	O artigo trata da história do desenvolvimento da tecnologia nuclear, dando ênfase nos Estados Unidos, ao qual aponta o avançar desta tecnologia nos anos de 1950 possibilitaram os estudos na aplicação da irradiação para tratamento dos alimentos e aumento do tempo de vida de prateleira. Por fim destaca as diferentes fontes emissoras de radiação que foram utilizadas dando destaque ao Césio-137 e também ao Cobalto que é a fonte utilizada atualmente.
Food irradiation: a promising technology to produce hypoallergenic food with high quality	Pi et al., 2021	Os autores que conduziram este estudo apontam as características inerentes sobre a utilização da irradiação e os benefícios que elas podem trazer a saúde humana e ao tempo de duração dos alimentos. Além disso, é destacado pelo autor a importância de tal técnica para o desenvolvimento de produtos hipoalergênicos. Ao qual concluíram que a irradiação de alimentos é uma ferramenta de segurança para reduzir a alergenicidade de alimentos de forma eficaz, com alto valor nutricional e longa vida de prateleira, tornando-se uma tecnologia alternativa competitiva às técnicas tradicionais, como tratamentos de aquecimento. É importante notar que uma combinação de irradiação com processamento adicional pode ser uma tendência para a irradiação de alimentos.
Particular applications of food irradiation: Meat, fish and others.	Ehlermann, 2016b	Neste estudo, o autor destaca as variações na utilização da irradiação de alimentos que devem ser levadas em consideração pela sensibilidade dos alimentos e o tempo de exposição. O referido, destaca os processos frente a carnes, peixes e alimentos processados, apontando que, cada alimento tem suas devidas particularidades e exposições descontroladas podem levar a resultados negativos da utilização de tal técnica.
Food irradiation: a guidebook.	Satin, 2020	Neste guia, os autores apontam os principais achados históricos relevantes ao uso da irradiação de alimentos e os processos de aceitação pelo FDA e pela Organização Mundial da Saúde. Além disso, ele discute as novas tecnologias que vêm sendo empregada nessa área. Dando destaque às novas fontes e novos benefícios já observados pela irradiação de alimentos. Além disso, destaca como esta área é promissora e também relevante.
Achievements in food irradiation during the 20th century	Diehl, 2020	Neste estudo, o autor destaca os padrões utilizados ao redor do mundo na irradiação de alimentos, dando destaque aos processos e ao tempo de exposição. Além disso, destaca as principais regulações e recomendações de uso apontadas por órgãos como FDA e também a OMS. Por isso, relata a aceitação da técnica em questão e também os benefícios que podem ser observados.

Fonte: Autores, 2023.

Logo, a partir do que foi observado é possível apontar que a irradiação de alimentos é uma tecnologia que cresceu juntamente com os avanços das técnicas nucleares, ao qual resultaram na produção de um sistema capaz de tratar de forma controlada os patógenos e o envelhecimento dos alimentos de forma a fazer com que é depois de tratado eles tenham mais tempo de prateleira (Pinto, 2018; Mastro, 2015).

Além disso, os autores apontam diversos benefícios da utilização de tal técnica, dentre elas a morte de não só micro-organismos, mas também de insetos, ácaros, larvas, entre outros. Além do que já foi exposto, apontam o

quanto este procedimento é importante na manutenção e na duração do alimento, observando que chega a aumentar até 4 vezes mais. Ademais, estudos recentes ainda apontam que o emprego da irradiação de alimentos pode ser um mecanismo promissor na produção de frutas e legumes hipoalergênicos (Santin, 2020; Diehl, 2020).

Para a utilização do processo de irradiação, os autores fazem algumas ressalvas permitindo maior controle e garantindo a segurança das pessoas que façam a ingestão destes alimentos. Eles delimitam a quantidade máxima de dose para alguns alimentos, aos quais doses superiores podem provocar alterações e assim estragar o alimento. Além disso, observam que os alimentos apresentam propriedades específicas que garantem tempo de exposição diferentes para os tratamentos (Pi et al., 2021; Ehlermann, 2016; Mastro, 2015).

Outro importante ponto observado são as questões de segurança e valor nutricional dos alimentos irradiados. Visto que apontam que o processo não reduz valores nutricionais dos alimentos e são altamente seguros para ingestão. Inclusive recomendados por órgãos como FDA, ANVISA e OMS (Pinto, 2018; Ehlermann, 2016b).

Outro ponto abordado pelos autores são as fontes de irradiação de alimentos, eles apontam que o raio X e a radiação gama, são os modelos aceitos em 38 países. Contudo, vale destacar que ainda existe um certo preconceito com a técnica devido aos processos negativos ligados a utilização da radiação nuclear e sobre mitos que se espalham sobre o consumo dos alimentos irradiados (Pi et al., 2021).

Por fim, vale destacar o quanto esta tecnologia impactou e ainda irá impactar na área de produção de alimentos. Cada vez mais, o estudo desta técnica vem apontando novos mecanismos de empregabilidade e outros benefícios que ainda não foram encontrados. Ademais, os estudos apontam este campo como algo promissor e de destaque no processo de conservação de alimentos (Mastro, 2015).

#### 4. Conclusões

Portanto, o emprego destas tecnologias na conservação de alimentos é de suma importância e apresenta diversos benefícios, visto que garantem que os alimentos estarão livres de variados tipos de patógenos, além de aumentar o tempo de vida de prateleira. Ademais, a irradiação dos alimentos é segura e eficaz, necessitando do controle de doses e tempo de exposição adequado para evitar prejuízos.

A implementação do estudo sobre o processo de irradiação de alimentos servirá para difundir o tema ainda mais no meio acadêmico e contribuirá para novos trabalhos visando uma maior aceitação e divulgação dos benefícios do processo para a população em geral.

#### 5. Contribuições dos autores

*Ricardo Ramos da Silva*: escrita, correções gramaticais e científica e submissão do estudo. *Eutropio Vieira Batista*: escrita e correções gramaticais e científicas.

#### 6. Conflitos de interesses

Não há conflitos de interesses.

#### 7. Aprovação ética

Não aplicável.

#### 8. Referências

- Ashraf, S., Sood, M., Bandral, J. D., Trilokia, M., Manzoor, M. (2019) Food irradiation: A review. *International Journal of Chemistry Studies*, 7(2), 131-136. <https://kasianparto.ir/wp-content/uploads/2022/12/foodirradiation.pdf>
- Bianchessi, S., Braccini, V. P., Rùchel, F., Arbello, D. D. R., Erhardt, M. M., & Jiménez, M. S. E. (2021). Utilizando o método irradiação para a conservação dos alimentos. Using the irradiation method for food preservation. *Brazilian Journal of Development*, 7(8), 80247-80254.
- Brasil. (2001). 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.

- Del Mastro, N. L. (2015). A radiação ionizante na promoção da alimentação adequada e saudável. *Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia*, 3(2), 114-121. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=570561422016>
- Diehl, J. F. (2002). Food irradiation – past, present and future. *Radiation Physics and Chemistry*, 63(3-6), 211-215. [https://doi.org/10.1016/S0969-806X\(01\)00622-3](https://doi.org/10.1016/S0969-806X(01)00622-3)
- Diehl, J. F. (2020). Achievements in food irradiation during the 20th century. *In: Irradiation for food safety and quality*. CRC Press, p. 1-8.
- Ehlermann, D. A. E. (2016a). The early history of food irradiation. *Radiation physics and chemistry*, 129, 10-12. <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2016.07.024>
- Ehlermann, D. A. E. (2016b). Particular applications of food irradiation: Meat, fish and others. *Radiation Physics and Chemistry*, 129, 53-57. <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2016.07.027>
- Eustice, R. F. (2017). Global status and commercial applications of food irradiation. *Food Irradiation Technologies: Concepts, Applications and Outcomes*, 4, 397 p., Royal Society of Chemistry.
- Lacerda, J. S., & Leite, T. S. (2018). Consumo de alimentos irradiados: desafios de credibilidade e confiança. Disponível em: [https://oswaldocruz.br/revista\\_academica/content/pdf/Edicao\\_16\\_LACERDA\\_J%C3%A9ssica\\_Silva.pdf](https://oswaldocruz.br/revista_academica/content/pdf/Edicao_16_LACERDA_J%C3%A9ssica_Silva.pdf), Acesso em: 29 Mar. 2023.
- Levy, D. S., Sordi, G. M. A. A., & Villavicencio, A. L. C. H. (2018). Construindo pontes entre ciência e sociedade: divulgação científica sobre irradiação de alimentos. *Brazilian Journal of Radiation Sciences*, 6(1), 1-13. <https://doi.org/10.15392/bjrs.v6i1.343>
- Levy, D., Sordi, G. M. A. A., & Villavicencio, A. L. C. H. (2020). Irradiação de alimentos no Brasil: revisão histórica, situação atual e desafios futuros. *Brazilian Journal of Radiation Sciences*, 8(3), 1-16. <https://doi.org/10.15392/bjrs.v8i3.1241>
- Maliszewski, E. (2021). Brasil debate irradiação em alimentos. *In: Agrolink*. Disponível em: [https://www.agrolink.com.br/noticias/brasil-debate-irradiacao-em-alimentos\\_448596.html](https://www.agrolink.com.br/noticias/brasil-debate-irradiacao-em-alimentos_448596.html) Acesso em: 29 Mar. 2023.
- Smith, M. A., Ibarra, L., & Oaks, A. (2021). Development of FIPD: The EBR-II Fuels Irradiation and Physics Database. *Nuclear Science and Engineering*. <https://doi.org/10.2172/1823468>
- Pi, X., Yang, Y., Sun, Y., Wang, X., Wan, Y., Fu, G., Li, X., & Cheng, J. (2021). Food irradiation: a promising technology to produce hypoallergenic food with high quality. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(24), 1-16. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1904822>
- Pinto, S. M. (2018). Formas de uso da radiação para conservação dos alimentos: uma abordagem bibliográfica. *Journal of Biology & Pharmacy and Agricultural Management*, 14(2).
- Ravindran, R., & Jaiswal, A. K. (2019). Wholesomeness and safety aspects of irradiated foods. *Food chemistry*, 285, 363-368. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.02.002>
- Rocha, A. F., Ferreira, N. N., de Souza, A. R. M., Flores, I. J., & Arthur, V. (2021). Aceitação e consumo de alimentos irradiados em Goiânia-GO. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 4(2), 1618-1632. <https://doi.org/10.34188/bjaerv4n2-005>
- Rodrigues, G. V. (2019). Panorama e perspectivas do uso de irradiação na conservação de alimentos. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, Minas Gerais, Brasil, 38 f.
- Romero, C. (2020). A 21ª maior economia do mundo: PIB paulista cresceu o dobro do nacional no ano passado. *Valor Econômico*, 04 de Abril. Disponível em: <https://valor.globo.com/brasil/coluna/a-21a-maior-economia-do-mundo.ghtml> Acesso em: 29 Mar. 2023.
- Rusin, T. (2017). Conhecimento do consumidor sobre alimentos irradiados. Tese (Doutorado em Nutrição Humana), Universidade de Brasília, Brasília, Brasil, xvi, 180 f., il.
- Satin, M. (2020). Food irradiation: a guidebook. Second Edition, by Moston Satin, Boca Raton, imprint CRC Press, 236 p. <https://doi.org/10.1201/9781003072317>

Copyright for this article is retained by the author(s), with first publication rights granted to the journal.

This is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).