



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ALIMENTOS

Raimundo Nonato dos Santos

IMPORTÂNCIA DA IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS E A SEGURANÇA
ALIMENTAR: UMA BREVE REVISÃO

TERESINA

2023

Raimundo Nonato dos Santos

**IMPORTÂNCIA DA IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS E A SEGURANÇA
ALIMENTAR: UMA BREVE REVISÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para
obtenção do diploma do curso de Tecnologia
em Alimentos do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Central.

Orientadora: Profa. Titular Vera Lúcia Viana
do Nascimento

TERESINA

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Santos, Raimundo Nonato dos
S237i Importância da irradiação de alimentos e a segurança alimentar : uma breve
revisão / Raimundo Nonato dos Santos. - 2023.
23 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) - Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina
Central, 2023.

Orientadora : Profa. Vera Lúcia Viana do Nascimento.

1. Alimentos irradiados. 2. Dose de irrigação. 3. Conservação. 4.
consumidores. I. Título.

CDD - 664

Elaborado por Tanize Maria Sales CRB 3/1024

Raimundo Nonato dos Santos

**IMPORTÂNCIA DA IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS E A SEGURANÇA
ALIMENTAR: UMA BREVE REVISÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para a
obtenção do diploma do Curso de Tecnologia
em Alimentos do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Central.

Aprovado em ____ / ____ / ____

BANCA EXAMINADORA

Profa. Titular Vera Lúcia Viana do Nascimento (Orientadora)
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI

1º Examinador: Ricardo Ramos da Silva
Tecnólogo em Alimentos e Técnico em Radiologia

2º Examinador: Valentina Ribeiro Castro
Tecnólogo em alimentos - RMC Comércio de Alimentos LTDA

RESUMO

Este trabalho visa apresentar uma revisão sistemática geral sobre os alimentos irradiados no Brasil e no mundo. A irradiação é uma tecnologia segura, eficaz e preventiva, que utiliza feixes de aceleração de elétrons para irradiar alimentos a um custo relativamente baixo. A partir de uma revisão bibliográfica foi feito um levantamento de artigos científicos que abordam o referido conteúdo. Foram utilizados critérios de inclusão e exclusão. Entretanto, os alimentos irradiados ainda encontram barreiras na hora da compra, pois os consumidores não possuem as informações sobre os conhecimentos da segurança alimentar. É importante enfatizar que a utilização da irradiação de alimentos comercializados enfrenta dificuldades para a sua difusão, embora sejam considerados alimentos preservados e com características nutricionais aceitas pela dose permitida.

Palavras-chave: alimentos irradiados, dose de ionização, conservação, consumidores

ABSTRACT

This work aims to present a general systematic review of irradiated foods in Brazil and around the world. Irradiation is a safe, effective and preventive technology that uses accelerating electron beams to irradiate food at a relatively low cost. From a bibliographical review, a survey of scientific articles that address the aforementioned content was carried out. Inclusion and exclusion criteria were used. However, irradiated foods still face barriers when purchasing, as consumers do not have information about food safety knowledge. It is important to emphasize that the use of irradiation of commercial foods faces difficulties in its dissemination, although they are considered preserved foods with nutritional characteristics accepted by the permitted dose.

Keywords: irradiated foods, ionization dose, conservation, consumers

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	OBJETIVOS	9
2.1	OBJETIVOS GERAL	9
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
3	MATERIAL E MÉTODO.....	10
4	RESULTADO E DISCUSSÃO	11
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	19
7	REFERÊNCIAS	19

1 INTRODUÇÃO

O desperdício de alimentos tem gerado muitos impactos econômicos e ambientais negativos. Economicamente, representa um investimento desfavorável à população que pode reduzir a renda dos agricultores e aumentar as despesas dos consumidores, uma vez que as quantidades de alimentos desperdiçadas são descartadas mesmo como lixo, representando uma perda valiosa e ainda provoca problemas ambientais (ZARO et al, 2018).

O Brasil é um dos países que mais desperdiçam alimentos no mundo e este cenário é cada vez mais agravado por diversos fatores que dificultam as doações e o aproveitamento alimentar, sendo inaceitável o desperdício pelas considerações econômicas e as consequências ambientais. Existem para isso um método alternativo seguro tratado com a irradiação e indispensável à conservação dos alimentos (SANTOS et al, 2020). Este refere-se ao método físico.

O uso desse método físico aplicado com a radiação de alimentos corresponde a uma tecnologia de segurança alimentar promissora que pode eliminar microrganismos causadores de doenças, como *E. coli* O157: H7, *Campylobacter* e *Salmonella* dos alimentos. Para a preservação de alimentos utilizam-se a radiação gama, que apresenta um menor comprimento de onda, neste processo a exposição dos alimentos e produtos são geradas a partir de fontes de Cobalto 60 e Césio 137, em ambientes preparados para o método de alimentos (ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE, 2019; MENEZES, 2014; OLIVEIRA et al, 2023).

O referido processo físico da irradiação mesmo sendo de energias ionizantes de cargas elevadas, o alimento não é considerado radioativo, uma vez que se preserva as qualidades e as características sensoriais (LEVY, 2020 ; RAMOS & BATISTA, 2023).

Consequentemente, os efeitos da radiação nos alimentos nos animais e nas pessoas que comem alimentos irradiados foram estudados extensivamente por mais de 40 anos. Esses estudos mostraram claramente que quando a irradiação foi utilizada conforme aprovação em alimentos, os microrganismos causadores de doenças foram reduzidos ou eliminados, e o valor nutricional pouco alterado (LIMA et al, 2022).

Atualmente, as autoridades sanitárias e de proteção radiológica de mais de 40 países, tem aprovado a irradiação em cerca de 60 produtos diferentes, incluindo especiarias, frutas frescas, frutos secos e derivados, para proporcionar a irradiação como ferramenta importante. Quanto às frutas, sua irradiação se traduz como oportunidades para a indústria e aos vegetarianos que geralmente ingerem alimentos crus ou minimamente processados, pois tem-se uma redução dos riscos de serem prejudiciais à saúde dos consumidores, segundo análise do Centro de Gestão

e Estudos Estratégicos (CGEE, 2010).

As mudanças químicas que a radiação produz nos alimentos podem levar a efeitos perceptíveis no sabor. A extensão desses efeitos depende principalmente do tipo de alimento que está sendo irradiado e dose da irradiação, e de vários outros fatores, como temperatura, durante processamento de irradiação (SILVA et al, 2010).

A população mundial tem crescido exponencialmente e por isso aumenta cada vez mais a demanda de alimentos. A energia nuclear pode ser usada na agricultura e na pecuária, melhorando a produção de alimentos, contribuem no estudo e preparação do solo, na escolha das melhores sementes e de espécies vegetais adaptadas a determinadas condições climáticas, na redução de pragas agrícolas, na preservação da saúde de rebanhos etc (CARVALHO, 2017; COUTO & SANTIAGO, 2010).

A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) conjuntamente com o Organização Mundial da Saúde (OMS) concluíram que os alimentos submetidos às radiações ionizantes são eficazes e seguros, podendo auxiliar na economia e na indústria agrícola, especificamente, no desenvolvimento do agronegócio. O Brasil tem a necessidade de tratar seus alimentos por método alternativo de ionização por radiação, pois o desenvolvimento sócio-econômico na área do agronegócio poderá avançar e dobrar suas produções de exportações para o exterior. Além disso, o curso de Tecnologia em Alimentos pode habilitar profissionais para área de atuação industrial com os conhecimentos técnicos, e para prevenir muitas doenças transmitidas por alimentos, melhorar a qualidade e a segurança dos alimentos e quantidade comercial.

A temática referida neste trabalho tem sido pouco explorada quando o foco é a preservação e a segurança alimentar por irradiação, pois esse método amplia a vida útil dos alimentos ao retardar a maturação de frutas e legumes. A radiação em baixas doses inibe o surgimento da germinação e brotamento de batatas e tubérculos de inhame, cebola e alho, gengibre e castanhas, diminuindo as perdas devido à deterioração e ao controle dos micróbios e outros organismos que causam a propagação nos alimentos comercializados.

A pesar dessa atividade ser prevista em lei e devidamente regulamentada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária e Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, a população brasileira tem pouca informações a respeito da irradiação em alimentos. O presente trabalho tem por objetivo fornecer uma perspectiva ampla e abrangente sobre a irradiação de alimentos, proporcionando novas reflexões sobre eventos passados relacionados ao desperdício alimentar e a método físico alternativo e seguro de conservação dos alimentos, suas limitações atuais e possibilidades futuras.

1.1 OBJETIVO GERAL

Elaborar uma pesquisa de revisão bibliográfica sobre importância dos alimentos irradiados e seus efeitos para conservação e segurança alimentar a partir de dados eletrônicos de buscas das evidências científicas já existentes.

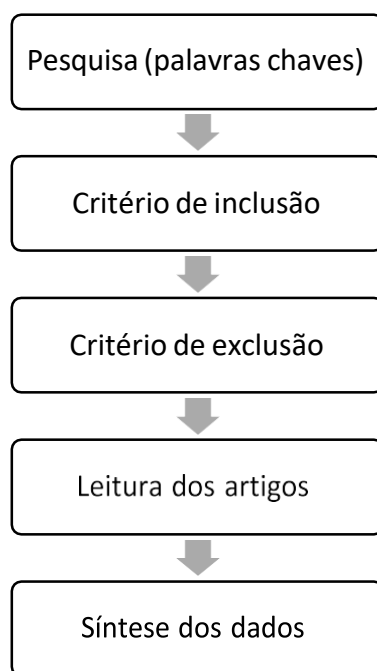
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Selecionar as bases de dados disponíveis para o tema: “Importância da irradiação de alimentos e a segurança alimentar”.
- b) Limitar os artigos de inclusão/exclusão sobre a importância dos alimentos irradiados com base em banco digital de dados;
- c) Listar as fontes alimentos irradiados no Brasil e no mundo.
- d) Listar frutas e quais irradiações já utilizadas
- c) Elaborar uma tabela comparativa das doses e finalidade;
- e) Citar os processos de aplicação de irradiação de alimentos
- f) Comentar a Legislação para alimentos irradiados no Brasil.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre os alimentos irradiados e a segurança alimentar. A coleta foi feita em outubro de 2022 em dois sites de busca Science Direct® e google acadêmico. Os processos de coleta dos dados podem ser observados na Figura 1 a seguir.

Figura 1. Fluxograma do processo de revisão.

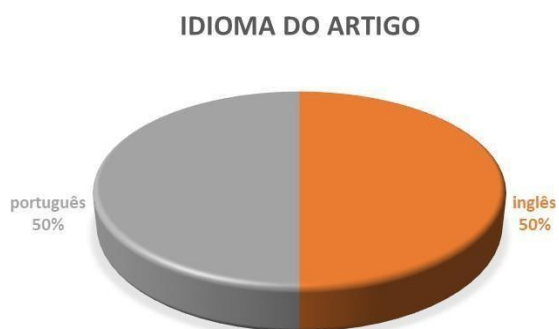


A pesquisa foi feita com as seguintes palavras chaves: “alimento irradiado”, “irradiação”, “alimentos”, “segurança alimentar” e “legislação” como critério de inclusão. Foram procurados artigos em português e em inglês. Após essa etapa, os resumos dos artigos selecionados foram lidos e ajustados ao critério de exclusão: os artigos com mais de 12 anos foram excluídos. Por fim, os artigos selecionados e foram lidos por completo e feito a síntese de cada um.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram selecionados 50 artigos na pesquisa inicial, porém só 32 artigos foram selecionados para síntese dos dados de acordo com os critérios de inclusão e exclusão. Metade dos artigos selecionados tinham como idioma o inglês e a outra o português, conforme Figura 2.

Figura 2. Porcentagem de artigos selecionados por idioma



Foi possível observar maior quantidade de artigos nos anos mais recentes (<5 anos), conforme figura 3. A irradiação de alimentos é devidamente regulamentada no Brasil desde a década de 60 (BRASIL, 1969), por meio de leis, decretos e normas emitidos por diversas entidades. Nas últimas décadas os avanços foram inúmeros e atualmente a irradiação de alimentos amplia as possibilidades de comércio entre países para controle fitossanitário quarentenário (LEVY et al., 2020).

Figura 3. Quantidade de artigos selecionados por ano.



Quanto ao local de escrita, um pouco mais de 50% das publicações foram feitas no Brasil e a outra metade distribuída pelos continentes, conforme Figura 4.

Figura 4. Porcentagem do local de escrita dos artigos selecionados



No Brasil, os órgãos competentes para regulamentação e inspeção dos alimentos são: Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). A técnica da irradiação de alimentos foi introduzida na legislação sanitária do Brasil no Decreto-Lei nº 986/PR, de 21/10/1969, instituído pelos Ministros da Marinha de Guerra, do Exército e da Aeronáutica Militar, tendo como objetivo a defesa e a proteção da saúde individual ou coletiva, no tocante a alimentos, desde a sua obtenção até o seu consumo, em todo o território nacional. E em 1973, foi publicado o decreto presidencial nº 72718, que estabelece normas gerais sobre irradiação de alimentos no Brasil (BRASIL, 1973).

Sete anos depois, é aprovada a Resolução nº 5/CNEN, de 10/09/1980 que, em caráter experimental o Anteprojeto da Norma "Irradiação de Alimentos" (BRASIL, 1980). O objetivo desta Norma foi estabelecer as condições para o funcionamento das instalações destinadas à irradiação de alimentos, de acordo com o Decreto nº 72718, de 1973.

Precisamente no ano 2000, a ANVISA lança a Consulta Pública nº 83/ANVISA, de 18/10/2000, visando aprovar o Regulamento Técnico para Irradiação de Alimentos considerando o alimento, já embalado ou a granel, submetido a doses controladas de radiação ionizante, com finalidades sanitárias, fitossanitárias e/ou tecnológicas. Para melhor apresentação dos atos que regulamentam os alimentos irradiados no Brasil estão na Tabela 1.

Tabela 1. Atos que regulamentam os alimentos irradiados no Brasil.

<i>ATO LEGAL</i>	<i>EMENTA</i>	<i>DATA</i>	<i>ALTERAÇÕES/ REVOGAÇÕES</i>
Decreto-Lei 986	Institui normas básicas sobre alimentos.	21 de outubro de 1969	Ret. 11/11/1969 lei 9.782, de 26/01/1999: altera o art. 57 e revoga o art. 58.
			MPV 2.190-34, DE 23/08/2001: REVOGA O ART. 4º
			lei 13.305, de 04/07/2016: acresce art. 19-a
Decreto nº 72.718	Estabelece normas gerais sobre irradiação de alimentos	29 de agosto de 1973	Não consta
Resolução RDC nº 21	Aprova o Regulamento Técnico para Irradiação de Alimentos	26 de janeiro de 2001	revoga: • Portaria nº 9, de 08 de março de 1985 • Portaria nº 30, de 25 de setembro de 1989
Instrução Normativa Nº 9	Medidas fitossanitá rias	24 de fevereiro 2011	Não consta

Tabela 2. Atos que regulamentam os alimentos irradiados no mundo

PAÍS	ANO	PONTOS PRINCIPAIS
REQUISITOS REGULATÓRIOS DOS EUA PARA ALIMENTOS IRRADIANTE	1986	Requerimentos legais Questões de segurança (radiológicas, toxicológicos, microbiológicos, adequação nutricional) Rotulagem de alimentos irradiados Embalagens de alimentos irradiantes
REGULAMENTAÇÃO UNÃO EUROPEIA. NO. 2219/89	1989	Condições para exportação alimentos e rações após um acidente nuclear. Qualquer alimento ou ração que supera o máximo níveis mínimos permitidos é proibido de exportar
FOOD AND DRUG - CANADÁ	2008	Rotulagem de alimentos irradiados. Ninguém deve vender uma série de produtos em que a vitamina o conteúdo foi aumentado por irradiação ou adição. Toda pessoa que importa um alimento destinado à venda em O Canadá que foi irradiado deve manter em suas instalações um registro das informações
COMIDA IRRADIADA - AUSTRÁLIA	2003	Por irradiação de alimentos na Austrália e Nova Zelândia, essa energia pode ser na forma de raios gama de 60 Co, raios X gerados por máquina ou um feixe de elétrons gerados eletricamente.

A maioria dos artigos selecionados são do tipo revisão sobre o assunto de alimentos irradiados e apenas 4 foi feito estudo experimental, conforme Figura 5.



A irradiação tem o objetivo de manter a qualidade de conservação de vários alimentos frescos e desidratados sem afetar negativamente sua versatilidade e propriedades físico-químicas, nutricionais e sensoriais principal objetivo da irradiação em alimentos foi aumentar a vida de prateleira dos produtos, proporcionar o aumento de segurança alimentar e diminuir as perdas durante o transporte e armazenagem (BHATNAGAR et al., 2022).

Nunes et al. (2014) em sua revisão bibliográfica listou as principais vantagens da irradiação dos alimentos são: minimização dos microrganismos prejudiciais à saúde, a lenta maturação e germinação, permitindo assim prolongar a duração dos alimentos. Em muitos casos, alimentos irradiados em sua temperatura de armazenamento ideal e em embalagens a vácuo durarão mais e manterão por um tempo maior a sua textura original, sabor e valor nutritivo se comparados com os termicamente pasteurizados esterilizados ou enlatados. Já para Brennan et al. (2012), a irradiação de alimentos possui as seguintes vantagens: o processo é a frio; os raios gama têm alto poder de penetração; ocorre um considerável aumento na vida útil de frutas frescas, vegetais e carnes; pode ser utilizada como substituto de produtos químicos; a irradiação é um tratamento efetivo para eliminar os microrganismos patogênicos; podem ser irradiados alimentos em embalagens termossensíveis.

Porém, não são todos que aceitam a técnica de irradiação. Um documento produzido pelo Idec em 2002, afirma que a norma que regulamenta a irradiação de alimentos no Brasil

possui "conceitos vagos, questionáveis sob o ponto de vista técnico e excessivamente flexíveis às resoluções que vierem a ser tomadas no âmbito internacional". Heddle et al. (2014) realizou uma busca revisão sistemática sobre pesquisas relacionadas à irradiação de alimentos. Verificou-se que a irradiação de alimentos apresenta controvérsias e preocupações da população sobre sua aceitabilidade. Os fatores que influenciam a aceitabilidade pública são os demográficos e culturais, as percepções de segurança e de risco, a confiança na indústria do alimento irradiado, a opinião pública, o conhecimento científico, os benefícios, os custos e a disponibilidade de escolha.

Outros pesquisadores também relatam alguns problemas, verificados em pesquisas, a diminuição do peso e da sobrevivência (inclusive intra-uterina) de animais de laboratório, maior incidência de certos tipos de câncer, distúrbios imunológicos, queda na fertilidade e níveis consideráveis de radioatividade em órgãos de ratos tratados com sacarose irradiada. Quando alimentos contendo gorduras foram irradiados, os pesquisadores notaram alterações nas células e no material genético. Falam ainda de acidentes ambientais ocorridos em plantas irradiadoras de alimentos e problemas decorrentes da má operacionalização das máquinas.

De acordo com Levy et al. (2020), o alimento não se torna radioativo, pois as doses são muito pequenas para provocar reações em nível atômico. Se um alimento tiver irradiação, a rotulagem de alimentos deverá constar a seguinte informação: “alimento tratado por processo de irradiação” para que o consumidor saiba o que está consumindo, e está previsto em lei. A irradiação pode ser eficaz no prolongamento da vida útil de alimentos, como mostrado na Tabela 3 a seguir.

Tabela 3. Tempo de vida útil de alimentos irradiados.

ALIMENTO	TEMPO c/ irradiação	Tempo sem irradiação
Alho	10 meses	4 meses
Banana	45 dias	15 dias
Frango resfriado	30 dias	7 dias
Milho	3 anos	1 ano
Morango	21 dias	3 dias
Trigo	3 anos	1 ano

Fonte: Oliveira et al. (2012).

A radiação ionizante, sejam partículas ou ondas eletromagnéticas, possuem energia suficiente tão somente para alterar a estrutura da matéria, na obtenção da finalidade desejada,

como inibição do brotamento, atraso no processo de maturação, desinfecção de insetos, desinfecção de parasitas, redução da carga microbiana e redução de fungos.

Grande parte dessas finalidades podem ser obtidas com baixas doses, como está demonstrado na Tabela 4:

Tabela 4. Dose de irradiação e finalidade

FINALIDADE	DOSE	EXEMPLO
Inibição do brotamento	0,03 a 0,12 kGy	Cebola
Atraso na maturação	0,03 a 0,12 kGy	Morango
Desinfecção de insetos	0,2 a 0,8 kGy	Manga
Desinfecção de parasitas	0,1 a 3 kGy	Marisco
Redução da carga microbiana	1 a 5 kGy	Peixe
Redução de fungos	1 a 10 kGy	Milho

irradiação de alimentos, são consideradas baixas doses aquelas até 1 kGy; médias doses acima de 1 até 10 kGy e altas doses são aquelas acima de 10 kGy, de acordo com Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO.

Um estudo sobre o impacto da irradiação e extrusão na as propriedades físico-químicas, sensoriais e térmicas da farinha de arroz revelou que a extrusão pode diminuir a quantidade de proteína, cinzas, carboidratos, gordura e umidade na farinha de arroz tratada e as razões de uniformidade de dose (razões max/min) de ambas as fontes de irradiação foram encontradas 1,23 (AYSELI e Coskun, 2022).

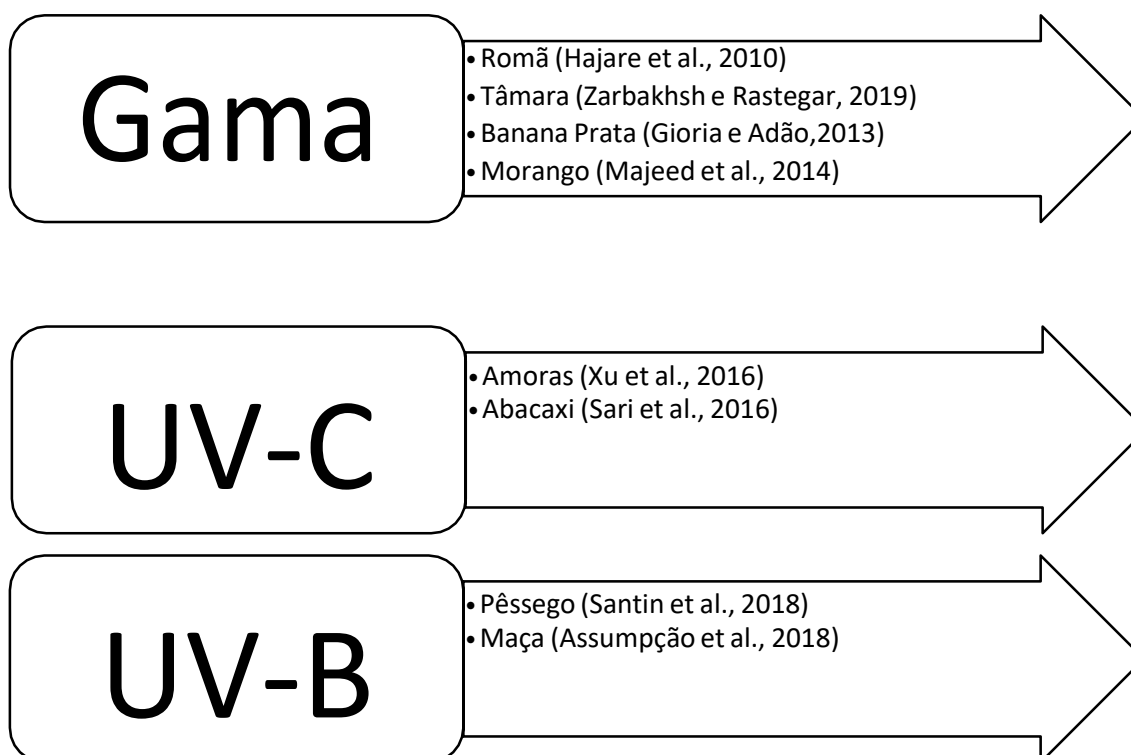
Já para Pi et al. (2021) os fatores ambientais possuem uma influência significativa nas consequências dos alimentos irradiados, conforme Tabela 5:

Tabela 5. Fatores ambientais que influenciam a irradiação.

FATORES	CONSEQUÊNCIAS	AUTORES
Presença de oxigênio	aumenta a influência letal das radiações ionizantes sobre os microrganismos	Bisht et al., 2021
Ausência de oxigênio e em ambiente úmido	a radiação a resistência geralmente aumenta por um fator de 2-4	Bisht et al., 2021
Temperatura	em células vegetativas, a influência letal de irradiação aumenta com o aumento da temperatura geralmente	Ashraf, 2019.

Entre as radiações, raios gama tem sido identificada como uma ferramenta mais segura para garantir a segurança alimentar devido à sua alta força de penetração, que permite atacar facilmente micro-organismos nocivos, resultando em redução de carga, além de ser uma solução ecologicamente correta e tecnologia livre de produtos químicos (ZARBAKSH e RASTEGAR, 2019). Na Figura 6, é possível ver os exemplos de irradiação e frutas irradiadas.

Figura 6. Exemplos de irradiação e frutas irradiadas.



4 CONCLUSÃO

A partir da revisão bibliográfica realizada a irradiação de alimentos pode ser reconhecida como uma prática prevalente, segura e a tecnologia é promissora, porém, ainda não é amplamente conhecida e divulgada. A aceitação do consumidor deste tipo de alimento é um desafio para tecnologias inovadoras de processamentos de alimentos, como irradiação de alimentos. Portanto, devido à revisão atual, evidências e esforços científicos adicionais ainda são exigidos por ampliar sua comercialização.

REFERÊNCIAS

- AYSELI, M. T. e Coskun, I. Effect of gamma-irradiation and extrusion on the physicochemical, thermal and aroma-active compounds of rice flour. V.195. **Radiation Physics and Chemistry**. Elsevier, 2022.
- ASSUMPÇÃO, C.F. et al. Phenolic enrichment in apple skin following post-harvest fruit UV-B treatment. **Postharvest Biol. Technol.** 138, 37–45, 2018.
- BEARTH, A. ; SIEGRIST, M. . As long as it is not irradiated – influencing factors of US consumers acceptance of food irradiation. **Food quality and preference**. 71, 141-148, 2019.
- BHATNAGAR et al. Impact of irradiation on physico-chemical and nutritional properties of fruits and vegetables: A mini review. **Heliyon**. 8, e10918, 2022.
- BRENNAN, J. G. GRANDISON, A. S. MICHAEL, H. Food processing handbook. 2a ed. Weinheim: Wiley-VCH Verlag & Co. KGaA. 2012. BHATNAGAR et al. Impact of irradiation on physico-chemical and nutritional properties of fruits and vegetables: Amini review. **Heliyon**. 8, e10918, 2022.
- BRASIL. Decreto-Lei nº 986/PR, de 21 de outubro de 1969. Institui normas básicas sobre alimentos.
- BRASIL. Decreto nº 72718, de 29 de agosto de 1973. Estabelece normas gerais sobre irradiação de alimentos.
- BRASIL. (2001). Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução 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 nº30 de 1989. Diário Oficial da União, Brasília.
- CARVALHO, Regina Pinto. **Aplicações da Energia Nuclear**. Atomic Energy Agency – IAEA, 2017.
- COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR - **CNEN**. Resolução nº 5 de 10 de setembro de 1980. Aprova em caráter experimental a Anteprojeto da Norma Irradiação de Alimentos.
- COUTO, Renata Ribeiro, SANTIAGO, Arnaldo José. Radioatividade e irradiação de Alimentos. **Revista Ciências Exatas Naturais**, Vol.12,no2,Jul/Dez 2010.
- D’SOUZA et al. Consumer acceptance of irradiated food and information disclosure – A retail imperative. **Journal of retailing and consumer services**. 63, e102699, 2021.
- Desperdício de alimentos[recurso eletrônico]: Velhos hábitos, Novos desafios/Org. Marcelo Zaro. – Caxias do Sul, RS: Educ, 2018.
<https://www.mapfre.com/pt-br/actualidade/sustentabilidade/desperdicio-alimentos/>
- GLORIA, M.B.A., Adão, R.C.. Effect of gamma radiation on the ripening and levels of bioactive amines in bananas cv. **Prata, Radiat. Phys. Chem.** 87, 97–103, 2013.

HEDDLE, N.M. LANE, S. J. SHOLAPUR, N. ARNOLD, E. NEWBOLD, B. EYLES, J. WEBERT, K. E.

Implementation and Public Acceptability: Lessons from Food Irradiation and How They Might Apply to Pathogen Reduction in Blood Products. *Vox Sang. Review*, 2014.

HAJARE, S.N. et al. Quality profile of litchi (*Litchi chinensis*) cultivars from India and effect of radiation processing. **Radiat. Phys. Chem.** 79, 994–1004, 2010.

LEVY, D., Sordi, G, M.A., & VILLAVICENCIO, A.I.C.H. Irradiação de alimentos no Brasil: revisão histórica, situação atual e desafios futuros, **Brazilian Journal of Radiation Sciences**. v. 8 (3), 1-16, 2020.

LIMA et al. Os benefícios da irradiação na preservação de alimentos. revista eletrônica Race Intercisciplinar - UNIFASC. v.1, 2022.

MENEZES et al. Radiação Micro-ondas: Aplicações em alimentos e impactos microbiológico na carne. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – **REGET**. V,18. Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – REGET - v. 18. Ed. Especial Mai. p. 90-100, 2014.

OLIVEIRA, K.C., SOARES, L.p., ALVES, A.M.irradiação de alimentos: extensão da vida útil de frutas e legumes. **Revista Saúde e ambiente**, v. 7, n. 2, p. 52-57, 2012.

SANTOS, K. L. et al. Food losses and waste: reflections on the current brazilian scenario. **Brazilian Journal of Food Technology**, 23, e2019134. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.13419>. legumes. **Revista Saúde e ambiente**, v. 7, n. 2, p. 52-57, 2012.

RAMOS, R.; BATISTA, E..V. Irradiação de alimentos: Revisão comparativa, história e difusão de Processo. **Braslian Jornal of Science**, 2(8), 94-103, 2023.

Relatório Final, 2010 – Brasília, D MBT – **CGEF**. Centro de Gestão de Estudos Estratégicos. Ciência, Tecnologia e Inovação, 2010.

SILVA, K. D. et al. Conhecimento e atitudes sobre alimentos irradiados de nutricionistas que atuam na docência. **Ciênc. e Tecnol. Aliment.**,Campinas, 36(3): 645-651, jul.- set, 2010.

MOSTAFAVI, H.A. et al. Gamma radiation effects on physico-chemical parameters of apple fruit during commercial post-harvest preservation. **Radiat. Phys. Chem.**81, 666–671, 2012.

NUNES, P.; CARLA, E.; KELLY, G.; LOPES, M.; FRASSINETTI, M. Os mitos e as verdades da irradiação de alimentos. **Cadernos de Graduação, Ciências Biológicas e da Saúde – Facipe**, v.1, n.3, p.103-110, Recife, jul 2014.

OLIVEIRA et al. Avaliação da qualidade sensorial e segurança de alimentos submetidos à radiação controlada para fins de conservação. **Ciência e Tecnologia de Alimentos: o avanço da ciência no Brasil**. Vol. 4 - Editora Científica Digital, 2023.

PI, X. Et al. Food irradiation: a promising technology to produce hypoallergenic food with high quality. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 62(24), 1-16, 2021.

SANTIN, M., LUCINI, L., CASTAGNA, A., CHIODELLI, G., HAUSER, M.T., RANIERI, A.. Postharvest UV-B radiation modulates metabolite profile in peach fruit. **Postharvest Biol. Technol.** 139, 127–13, 2018.

OLIVEIRA, K.C.; SOARES, L.p.;ALVES, A.M.irradiação de alimentos: extensão da vida útil de frutas e legumes. **Revista Saúde e ambiente**, v. 7, n. 2, p. 52-57, 2012.

LEVY, D., Sordi, G, M.A., & VILLAVICENCIO, A.I.C.H.(2020), Irradiação de alimentos no Brasil: revisão histórica, situação atual e desafios futuros, **Brazilian Journal of Radiation Sciences**. 8(3), 1-16, 2020.

Organização Pan-Americana da Saúde. **Tecnologias de conservação aplicadas à segurança de alimentos**. Washington, D.C.: OPAS; 2019.

RAMOS, R.; BATISTA, E.V. Irradiação de alimentos: Revisão comparativa, história e difusão de Processo. **Braslian Journal of Science**, v.2, n.8, p.94-103. 2023.

Relatório Final, 2010 – Brasília, DF. **Centro de Gestão de Estudos Estratégicos MBT – CGEE**. Ciência , Tecnologia e Inovação, 2010.

SARI, L.K., Setha, S.; NARADISORN, M. Effect of UV-C irradiation on postharvest quality of ‘Phulae’ pineapple. **Sci. Hortic**. 213, 314–320, 2016.

SANTIN, M., Lucini et al. Postharvest UV-B radiationmodulates metabolite profile in peach fruit. **Postharvest Biol. Technol**. 139, 127–13, 2018.

XU, F, et al. Effects of combined aqueous chlorine dioxide and UV-C on shelf-lifequality of blueberries. **Postharvest Biol. Technol**. 117, 125–131, 2016.

ZARBAKSH, S.; RASTEGAR, S. Influence of postharvest gamma irradiation on the antioxidant system, microbial andshelf-life quality of three cultivars of date fruits (Phoenix dactylifera L.). **Sci. Hortic**. 247, 275–286, 2019.

