

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

STÉPHANIE PEREIRA TORRES

PESQUISA DE OPINIÃO E REVISÃO SOBRE A IRRADIAÇÃO EM ALIMENTOS

**Itaqui
2022**

STÉPHANIE PEREIRA TORRES

PESQUISA DE OPINIÃO E REVISÃO SOBRE A IRRADIAÇÃO EM ALIMENTOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Ciência e Tecnologia e Alimentos.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Paula Ferreira de Araújo Ribeiro.

**Itaqui
2022**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

Torres, Stéphanie Pereira

Pesquisa de opinião e revisão sobre a irradiação em alimentos/ Stéphanie Pereira Torres.

50 p.

T693i Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)-- Universidade Federal do Pampa, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2022.
Orientação: Paula Ferreira de Araújo Ribeiro".

1. Alimentos irradiados. 2. Frutas e hortaliças. 3. Aumento da vida útil. 4. Aceitabilidade.

I. Título.

STÉPHANIE PEREIRA TORRES

PESQUISA DE OPINIÃO E REVISÃO SOBRE A IRRADIAÇÃO EM ALIMENTOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 08, março de 2022.

Banca examinadora:



Prof^a. Dr^a. Paula Ferreira de Araújo Ribeiro
Orientador
(UNIPAMPA – Campus Itaqui)



Prof^a. Dr^a. Angelita Machado Leitão
(UNIPAMPA – Campus Itaqui)



Prof^a. Dr^a. Fernanda Fiorda Mello
(UNIPAMPA - Campus Itaqui)

RESUMO

A tecnologia de irradiação pode ser de grande valia na conservação de alimentos e, quando bem executada, retarda o processo de brotamento e o amadurecimento em produtos de origem vegetal, além de eliminar pragas como os insetos, auxiliando no desperdício alimentar. Apesar de ser aprovada pelos órgãos competentes para a utilização, as barreiras relacionadas ao custo de implantação, exportação e a aceitação por parte dos consumidores limitam que alimentos irradiados alcancem a comercialização. Diante disso, o objetivo desse trabalho foi realizar uma pesquisa de opinião no formato *online*, sobre o nível de conhecimento e aceitabilidade das pessoas a respeito do assunto, e em complemento uma revisão bibliográfica sobre utilização da irradiação na conservação de alimentos. O questionário foi enviado aos 128 servidores da Unipampa, mas apenas 44 (33,33%) participantes realizaram a pesquisa, sendo do sexo feminino (53,5% contra 46,5% do sexo masculino) e com faixa etária entre 28 e 65 anos, sendo em grande maioria com grau de doutor (65,90%). Metade dos participantes que responderam à pesquisa sabiam do que se tratava a irradiação em alimentos, e tinham o conhecimento sobre o assunto, pode estar relacionada com a formação acadêmica. A outra metade não tinha informações ou não eram suficientes, faltando esclarecimentos para a população no geral. Esta questão de informação foi um fator evidente durante a pesquisa, pois muitos não tinham certeza se já haviam consumido ou identificado algum alimento irradiado em pontos de vendas. Porém consumiriam sabendo que a técnica não causa riscos severos a saúde e torna o alimento mais seguro. Através da pesquisa bibliográfica realizada, verificou-se que a irradiação é uma técnica segura, podendo ser sucedida na conservação de alimentos, demonstrando-se que as vantagens da irradiação quando comparadas a outros métodos de conservação classicamente utilizados na tecnologia de alimentos, minimiza alterações e prolonga a vida útil. Diante do exposto, a irradiação destaca muitos benefícios, sendo solução viável para a eliminação de insetos e pragas deteriorantes, diminuindo o desperdício alimentar e possibilitando uma dieta com produtos mais variados. O estudo evidenciou também que uma pequena parcela dos participantes desconhece sobre o uso da técnica, sendo a informação um dos fatores para a não aceitação e consumo dos mesmos, tornando-se necessário uma abordagem maior sobre o assunto.

Palavras-Chave: Alimentos irradiados, frutas e hortaliças, aumento vida útil, aceitabilidade.

ABSTRACT

Irradiation technology can be of great value in food conservation and, bro, it can be ripe in plant origin, in addition to pests such as food origin, in addition to pests such as food origin. Despite being approved by Organs competent bodies for use, barriers related to the cost of implantation, exportation and acceptance by consumers limit irradiated foods to reach commercialization. Therefore, the objective of this work was to carry out an opinion poll in the online format, on the level of knowledge and acceptability of people on the subject, and in addition to a literature review on the use of irradiation in food conservation. The questionnaire was sent to 128 Unipampa employees, but only 44 (33.33%) participants took the survey, being female (53.5% against 46.5% male) and aged between 28 and 65 years, most of them with a doctorate degree (65.90%). Half of the participants who responded to the survey knew what irradiation in food was about, and had the knowledge on the subject, which may be related to their academic background. The other half had no or enough information, lacking clarification for the general population. This issue of information was an evident factor during the research, as many were not sure if they had already consumed or identified any irradiated food at points of sale. However, they would consume it knowing that the technique does not cause severe health risks and makes the food safer. Through the bibliographic research carried out, it was found that irradiation is a safe technique and can be successful in food conservation, demonstrating that the advantages of irradiation when compared to other conservation methods classically used in food technology, minimizes changes and prolongs shelf life. Given the above, irradiation highlights many benefits, being a viable solution for the elimination of harmful insects and pests, reducing food waste and enabling a diet with more varied products. The study also showed that a small portion of the participants are unaware of the use of the technique, with information being one of the factors for non-acceptance and consumption of the same, making it necessary to take a closer look at the subject.

Keywords: Irradiated foods; fruits and vegetables; increase shelf life; acceptability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Gráfico das publicações utilizadas na revisão bibliográfica sobre a irradiação.....	16
Figura 2 - Classificação da irradiação de acordo com a dose empregada.....	26
Figura 3 – Radiação gama alterando o material genético do microrganismo.....	27
Figura 4 – Radura: símbolo internacional utilizado para identificar alimentos	29
Figura 5 - Exemplo de manga irradiada com logo na embalagem.....	29
Figura 6 – Modelo de irradiador com fonte de ^{60}Co	31
Figura 7 - Comparação de morangos não irradiados (esquerda) e morangos irradiados (direita).....	36

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Doses de radiação aplicada para cada tipo de alimento.....	33
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Perfil dos participantes da pesquisa de opinião sobre os alimentos irradiados. Itaqui/RS, 2022.....	17
Tabela 2 – Conhecimento dos participantes da pesquisa de opinião frente aos alimentos irradiados. Itaqui/RS,2022.....	18
Tabela 3 – Pesquisa de opinião frente à segurança e alteração dos alimentos irradiados. Itaqui/RS, 2022.....	19
Tabela 4 – Pesquisa de opinião frente à comercialização dos alimentos irradiados. Itaqui/RS, 2022.....	21
Tabela 5 – Posicionamento da pesquisa de opinião frente ao consumo e a compra de alimentos irradiados. Itaqui/RS, 2022.....	23
Tabela 6 – Vida útil de alimentos irradiados e não irradiados.....	35

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

Co – Cobalto

Cs – Césio

CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear

DTAs – Doenças Transmitidas por Alimentos

DNA – Ácido Desoxirribonucleico

EROs – Espécies Reativas de Oxigênio

ERN – Espécies Reativas de Nitrogênio

FAO – Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (do inglês *Food and Agriculture Organization of the United Nations*)

FDA – Administração Federal de Alimentos e Medicamentos (do inglês *Food and Drugs Administration*)

Gy – Gray

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

kGy – KiloGray

MeV – Microscopia Eletrônica de Varredura

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

OMS – Organização Mundial da Saúde

ONU – Organização das Nações Unidas

RDC – Resolução da Diretoria Colegiada

TAEs – Técnicos Administrativos em Educação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVO GERAL.....	14
2.1 Objetivos específicos.....	14
3 METODOLOGIA.....	15
4 PESQUISA DE OPINIÃO.....	17
5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	24
5.1 Irradiação.....	25
5.2 Legislação brasileira para alimentos irradiados.....	27
5.3 Fontes de irradiação para alimentos.....	30
5.3.1 Doses empregadas.....	31
5.4 Vantagens e desvantagens dos alimentos irradiados.....	34
5.5 Toxicologia dos alimentos irradiados	37
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	39
REFERENCIAS	40
APÊNDICES	46

1 INTRODUÇÃO

Mundialmente há um aumento populacional de mais de oitenta milhões de pessoas a cada ano, e o Brasil destaca-se como um dos países mais populosos do mundo, com população estimada passando de 213 milhões de habitantes (SANTOS *et al.*, 2020; IBGE, 2021). Neste contexto, existe a necessidade de suprir as demandas dessa população, tanto no aumento da produção de alimentos, como no prolongamento da vida útil dos mesmos (VICENTE; SALDANHA, 2012). Associado a isso, existe uma crescente demanda dos consumidores por maior qualidade e segurança dos alimentos que consomem, sendo um reflexo da preocupação pela maior qualidade de vida (MODANEZ, 2012). Diante disso, muitos são os esforços empregados pela indústria de alimentos, na utilização de métodos que visam assegurar a qualidade, segurança e prolongar a vida útil dos produtos alimentícios.

Dentre os métodos empregados, pode-se destacar a irradiação. A mesma é considerada uma técnica eficaz, uma vez que contribui significativamente para o aumento da vida útil dos alimentos, tornando-os disponíveis por um período de tempo maior ao consumidor. Dentro desse contexto, é possível relacionar, de forma positiva, a irradiação de alimentos com a redução de perdas na pós-colheita, assim como com a diminuição da incidência de doenças transmitidas por alimentos (DTAs) (LEVY; SORDI; VILLAVICENCIO, 2018; AGEITEC, 2020).

No entanto, apesar de ser uma técnica eficaz na conservação de alimentos, ainda não é bem aceita por parte dos consumidores, sendo a falta de informação um fator limitador para a sua aceitação. Neste sentido, atitudes devem ser implementadas começando pela conscientização dos consumidores em relação à segurança e benefícios obtidos por esta técnica, a qual precisa ser fortalecida (ORNELLAS *et al.*, 2006).

Diante do exposto, a justificativa para elaboração deste trabalho vem justamente no sentido de contribuir com informações relevantes e atuais a respeito da irradiação na conservação de alimentos, para que possam servir como subsídios para uma maior utilização e aceitação dos produtos submetidos à mesma. Em complemento ao apresentado, a pesquisa de opinião também pode ser uma importante ferramenta no que diz respeito ao contexto abordado, uma vez que irá permitir avaliar o nível de informação dos consumidores a respeito do assunto e

concluir se a falta de conhecimento sobre o tema pode ser um fator limitante para a aceitação dos alimentos em questão.

2 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho foi realizar uma pesquisa de opinião, através de um questionário *online*, sobre o nível de conhecimento das pessoas a respeito da irradiação na conservação de alimentos, bem como uma revisão bibliográfica sobre o assunto.

2.1 Objetivos específicos

- a) Realizar uma pesquisa de opinião sobre o nível de conhecimento e aceitabilidade das pessoas em relação aos alimentos conservados por irradiação;
- b) Fazer uma revisão bibliográfica sobre as principais fontes e doses de radiação empregadas na conservação de alimentos, assim como sobre os aspectos de mercado, legislação e rotulagem dos mesmos;
- c) Apontar as vantagens e desvantagens da utilização desta técnica, em especial em relação ao incremento no tempo de vida útil dos alimentos;
- d) Investigar possíveis malefícios que o consumo de alimentos irradiados pode promover à saúde de quem os consome.

3 METODOLOGIA

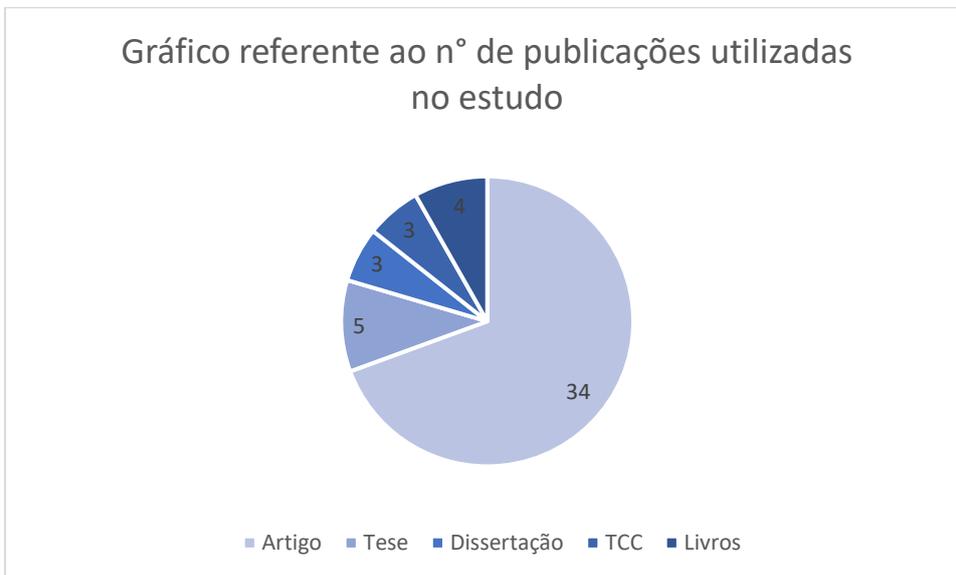
O estudo foi realizado por meio de um questionário de pesquisa de opinião com o intuito de coletar dados sobre o nível de conhecimento das pessoas e a aceitabilidade da técnica de irradiação de alimentos como método de conservação. O questionário foi aplicado de forma *online*, composto por 18 questões de múltipla escolha relacionadas ao tema alimentos irradiados. O mesmo foi enviado por e-mail, via Google Formulário, durante os meses de janeiro e fevereiro de 2022, sendo direcionado aos docentes e Técnicos Administrativos em Educação (TAEs) da Universidade Federal do Pampa, campus Itaqui. O Termo de Consentimento Livre de Esclarecimento (TCLE) e o questionário aplicado constam no apêndice do documento.

O campus Itaqui é composto por 85 docentes e 44 TAEs. O motivo pelo qual a pesquisa, neste primeiro momento, não incluiu os discentes vem junto da ideia de ser interessante apresentar dados isolados sobre a opinião e o conhecimento de um público que, teoricamente, é visto pela maioria da população como detentor de “todos” os saberes. Com isso, os resultados obtidos poderão ajudar na desmistificação de que os profissionais da academia abrangem informações de todas as áreas do conhecimento o que, na prática, não é verdade. Após a aplicação do questionário, o tratamento dos dados foi realizado utilizando o programa software Excel (versão 2016) para o cálculo do percentual de respostas.

Em complemento a pesquisa de opinião, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre a utilização da irradiação na conservação de alimentos. A pesquisa foi realizada mediante busca eletrônica de artigos indexados em bases de dados como Scielo, Periódicos Capes, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), PubMed e sites de órgãos governamentais e não governamentais, bem como comitês nacionais e internacionais de saúde com abordagens sobre o tema, a partir de determinado valor científico.

Foram pesquisados trabalhos científicos publicados entre os anos de 2010 e 2021, utilizando os seguintes descritores de pesquisa (palavras-chave e delimitadores) em várias combinações: 1) Irradiação de alimentos; 2) Radiação gama; 3) Vida útil; 4) Vantagens e desvantagens; 5) Segurança; 6) pesquisa de opinião. Foram encontradas 70 publicações, onde, apenas 34 artigos, 5 teses, 3 dissertações, 3 trabalhos de conclusão de curso e 4 livros atenderam aos critérios de data, publicação e descritor de pesquisa (Figura 1).

Figura 1 – Gráfico das publicações utilizadas na revisão bibliográfica sobre a irradiação



Fonte: Autora, 2022.

4 PESQUISA DE OPINIÃO

O questionário foi enviado para os 127 servidores, entre docentes e TAEs da Unipampa – campus Itaqui, destes, 44 (33,33%) participantes responderam ao questionário. O percentual de docentes participantes foi de 77,30% e de TAEs 22,70%. A maioria do público foi do sexo feminino (53,5% contra 46,5% do sexo masculino) e com faixa etária entre 28 e 65 anos. Com relação ao nível de escolaridade, 65,90% assinalaram ter o grau de doutor, ficando o restante dos participantes (34,20%) distribuídos entre os níveis de pós-doutorado (11,40%), mestrado (11,40%) e graduação completa (11,40%), sendo atuantes na área de alimentos apenas 34,10% e não atuantes 65,90% (Tabela 2).

Tabela 1 – Perfil dos participantes da pesquisa de opinião sobre os alimentos irradiados. Itaqui/RS, 2022.

Categoria		n	%
Gênero	Feminino	24	53,5
	Masculino	20	46,5
Idade	28 – 38	20	45,45
	39 – 48	18	40,90
	49 – 58	4	9,09
	59 – 65	2	4,54
Grau de escolaridade	Graduação	5	11,40
	Mestrado	5	11,40
	Doutorado	29	65,90
	Pós-doutorado	5	11,40
Vínculo institucional	Docente	34	77,30
	TAE	10	22,70
Atuação na área de alimentos	Sim	15	34,10
	Não	29	65,90

Fonte: Autora, 2022.

Quanto à qualidade dos alimentos (Tabela 3), todos os participantes afirmam se preocupar com a mesma. Em relação ao questionamento se já ouviram sobre os alimentos irradiados, (56,80%) afirma ao questionamento. Entretanto, a outra metade dos participantes negaram (43,20%), porém, só 50% dos participantes, considerando

que grande parte dele apresenta grau de doutorado, sabem do que se trata alimentos irradiados, e 45,50% dos participantes sabem qual o objetivo de se irradiar os alimentos, tendo formação com níveis de pós-doutorado (3), doutorado (13), mestrado (3) e graduação completa (1).

O conhecimento sobre a técnica de irradiação pode estar relacionado com nível de formação dos participantes ou o fornecimento de informações não ser suficiente para maiores esclarecimentos para a população no geral. Rodrigues (2019) e Nunes et al (2014) compartilham da mesma ideia, concluindo que a maioria das pessoas não conhece o processo, necessitando assim maiores esclarecimentos e fornecimento para melhor aceitação e comercialização destes produtos.

O desconhecimento da população que Rusin (2017) descreve sobre os alimentos irradiados ainda é a principal barreira a ser superada. Orientar os consumidores sobre os alimentos irradiados contribui para a escolha destes na hora da compra, aumenta o mercado deste tipo de produto e garante uma segurança alimentar maior para os consumidores.

Tabela 2 – Conhecimento dos participantes da pesquisa de opinião frente aos alimentos irradiados. Itaqui/RS, 2022.

Perguntas	Sim	Não	Não certeza/Não sei
Você se preocupa com a qualidade dos alimentos?	100%	-	-
Você já ouviu falar em alimentos irradiados?	56,80%	43,20%	-
Você sabe o que são alimentos irradiados?	50%	40,90%	9,10%
Você sabe qual é o objetivo de se irradiar alimentos?	45,50%	36,40%	18,20%

Fonte: Autora, 2022.

Quando um alimento é irradiado, deve receber a dose de radiação já estabelecida e assim não oferece riscos à saúde. Se a técnica for realizada de forma correta, não apresenta riscos ambientais ou à saúde (CATTARUZZI, 2012).

Entretanto, a influência da radiação na água presente nos alimentos pode ser um fator de malefício a saúde, pois ela pode promover a radiólise da água e a radiação forma radicais livres, que em excesso pode ocasionar problemas a saúde (FENNEMA; PARKIN; DAMODARAN, 2010; PREVEDELLO; COMACHIO, 2021).

Esta relação de alimento irradiado e a saúde do consumidor (Tabela 4) é evidenciada no estudo de Junqueira-Gonçalves *et al* (2011) realizado em Santiago (Chile), onde descobriram que a maioria das pessoas afirmaram que consumiriam livremente produtos irradiados se soubesse que esse tratamento aumentava a segurança alimentar e não causa impacto na saúde humana.

Tabela 3 – Pesquisa de opinião frente à segurança e alteração dos alimentos irradiados. Itaqui/RS, 2022.

Perguntas	Sim	Não	Não certeza/Não sei
Você acha que alimentos irradiados podem fazer mal à saúde do consumidor?	2,30%	54,50%	43,20%
Você acredita que alimentos irradiados se tornam radioativos?	2,30%	68,20%	29,50%
Você acredita que o processo de irradiação pode reduzir o valor nutricional dos alimentos?	9,10%	43,20%	47,40%

Fonte – autora, 2022.

Além da preocupação com a saúde de consumir alimento irradiado, vem o questionado caso o alimento irradiado se torna-se radioativo. Grande parte dos participantes não acreditam (68,20%) que essa ação possa ocorrer, mas 43,20% têm dúvida desta questão. Junqueira-Gonçalves *et al* (2011) realizaram uma pesquisa com 437 consumidores e verificou que 45,9% das pessoas também entendiam que alimentos irradiados é o mesmo que radioativos. Mas, no caso da pesquisa feita com a comunidade acadêmica, levando em consideração que os participantes apresentam níveis de doutorados, apenas 2,30% acreditam que alimentos podem se tornar

radioativos. A irradiação não deixa resíduos nos alimentos mesmo quando irradiada em altas doses (FELICIANO, 2018) deixando claro que o alimento irradiado não se torna alimento radioativo, e que este é um processo de método físico e os produtos a serem irradiados não entram em contato direto com a fonte de irradiação (LEONARDI; AZEVEDO, 2018).

Sobre a questão em que o processo pode reduzir o valor nutricional dos alimentos (Tabela 4), 47,70% dos participantes não têm certeza e 43,20% não acreditam que possa ocorrer a redução. A técnica não promove perdas significativas de nutrientes nos alimentos irradiados, entretanto pode ocorrer alguns efeitos químicos e biológicos na estrutura. Modanez (2012) salienta que os procedimentos técnicos devem considerar a intensidade da dose de radiação aplicada e a natureza do alimento também.

Um estudo feito com compostos bioativos em alimentos minimamente processados, demonstrou que não houve alteração significativa nos compostos avaliados antes e depois da irradiação, com exceção que a técnica apresentou aumento significativo nos carotenoides após a aplicação da radiação (HIRASHIMA, 2016). A técnica não afeta significativamente os atributos sensoriais dos alimentos, deixando assim o sabor, odor e cor não coloridos e tornam os produtos tratados indistinguíveis dos alimentos frescos recém-preparados (KHATTAK; RAHMAN, 2016).

A questão de consumir alimentos irradiados mostrou que maioria dos doutores (61,36%), porém, 8 doutores e 2 mestres recusariam o consumo por não saber do que se trata. Evidenciando que tal desconhecimento sobre o processo pode ser considerado um fator para se rejeitar o consumo de alimentos irradiados. A desinformação pode comprometer a percepção dos consumidores, visto que alguns confundem alimento irradiado com alimentos radioativos ou contaminados (LEVY; SORDI; VILLAVICENCIO, 2018).

Além disso, os participantes justificaram o motivo de consumir alimentos irradiados, como: “apesar de ouvir o termo pela primeira vez, acredito que as radiações utilizadas tem o propósito de aumentar a vida útil, qualidade e segurança no consumo do alimento”; “apesar da possibilidade de diminuir o valor nutricional, a irradiação auxilia na diminuição de doenças causadas por alimentos”; “acredito no controle de qualidade das empresas e agências reguladoras”; “o uso da irradiação reduz infecções por patógenos e a presença de insetos e pragas nos alimentos, conservando por mais tempo”. Uma outra justificativa chamou bastante a atenção:

“consumiria alimento irradiado caso houvesse aprovação por órgãos do governo como o MAPA por exemplo”. Ela mostra, de fato, a falta de informação e contato das pessoas com o assunto, pois no Brasil existem diversas legislações, já citadas neste trabalho, que regulamentam a irradiação de alimentos no país.

Tabela 4 – Pesquisa de opinião frente à comercialização dos alimentos irradiados. Itaqui/RS, 2022.

Perguntas	Sim	Não	Não certeza/Não sei
Você consumiria alimento irradiado? Por quê?	61,36%	25,01%	13,63%
Você já identificou alimentos irradiados comercializados em postos de vendas? Quais?	9,09%	27,27%	63,64%
Você conhece o símbolo da RADURA que caracteriza os alimentos irradiados?	29,50%	70,50%	-
Você considera que as informações contidas nos rótulos das embalagens são suficientes para identificar os alimentos irradiados?	34,10%	65,90%	-

Fonte – autora, 2022.

Em relação a identificação de alimentos irradiados em pontos de venda (Tabela 5), apenas 9,09% dos participantes (4 doutores e 1 mestre) identificaram o símbolo em alimentos como: temperos, massas instantâneas, frutas, legumes e grãos. No Brasil, o emprego desta técnica é utilizando principalmente em temperos, especiarias e condimento. Conforme a RDC n°21 de 26 de janeiro de 2001 o símbolo da radura é opcional, mas deve conter identificação “ALIMENTO TRATADO POR PROCESSO DE IRRADIAÇÃO” com letras de tamanho não inferior a um terço (1/3) da maior letra contida na embalagem do produto. Este pode ser um fato que leva aos 63,64% participantes não terem certeza se identificaram os alimentos.

Uma pesquisa feita por Marzarotto e Alves (2017) apontam que o hábito da leitura de rótulos de alimentos praticada por 81% a 94,6% dos entrevistados, mais da metade não entendem adequadamente o significado das informações, além disso, os autores afirmam que as informações mais procuradas na leitura dos rótulos estão relacionadas as nutricionais dos produtos, como: valor calórico, sódio, gorduras, açúcar e colesterol. Esta afirmação justificaria o fato da maioria (63,64%) dos participantes deste estudo não terem certeza se já consumiriam ou não alimentos irradiados.

Com relação ao símbolo da Radura, internacionalmente utilizado para identificar alimentos irradiados, 70,5% dos participantes afirmaram não conhecer o mesmo, e quando questionados se as informações contidas nos rótulos das embalagens dos alimentos são suficientes para identificar os produtos irradiados, mais da metade dos participantes (65,90%) afirmaram que não. Um estudo feito com consumidores de Natal (RN), os entrevistados (65,90%) consideram que símbolo não transmite a ideia de alimento irradiado, o que se pode afirmar que a grande maioria da população desconhece por dois fatores, sendo a falta de informação sobre o assunto ou em relação que radiação pode ser considerada um termo “negativo” (DE LIMA; DA COSTA OLIVEIRA, 2014) (Tabela 5).

Quando questionados se consumiriam alimentos irradiados, sabendo que a técnica o torna mais seguros, quase todos os participantes (95,50%) consumiriam os alimentos e o mesmo percentual (95,50%) foi visto quando questionados se comprariam se soubesse que esta técnica não torna o alimento radioativo e ainda assim proporciona a eliminação de agentes transmissores de doenças (tabela 6).

Lima (2014) retrata que a técnica favorece um menor tempo de manipulação dos alimentos, não necessitando da utilização de produtos químicos e por ser um processo contínuo, oferece menores riscos à saúde tanto de operadores quanto de consumidores. A irradiação quando realizada de forma correta, tem uma das principais vantagens, sendo uma técnica que minimiza bactérias prejudiciais à saúde assim como outros microrganismos possíveis de causar intoxicações alimentares, além disso, auxilia para o prolongamento da vida útil dos alimentos, reduzindo o desperdício. (NUNES et al., 2014; LEVY; SORDI; VILLAVICENCIO, 2018).

Tabela 5 – Posicionamento da pesquisa de opinião frente ao consumo e a compra dos alimentos irradiados. Itaqui/RS, 2022.

Perguntas	Sim	Não
Se você soubesse que o uso da irradiação deixa o alimento mais seguro para o consumo, você consumiria alimentos irradiados?	95,50%	4,50%
Você compraria alimentos irradiados se soubesse que este processo não torna o alimento radioativo e que, além disso, pode proporcionar a eliminação de diversos agentes transmissores de doenças?	95,50%	4,50%

Fonte – autora, 2022.

5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Na América Latina, o Brasil destaca-se como um importante produtor mundial de alimentos (SAATH FACHINELLO, 2018). Na safra de 2021, segundo dados apresentados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a produção agrícola de cereais, leguminosas e oleaginosas atingiu 254,1 milhões de toneladas (IBGE, 2019; IBGE, 2020), sendo que no último levantamento de produção, referente a janeiro de 2021, a estimativa alcançou 262,2 milhões de toneladas, ou seja 3,2% superior à obtida em 2020, representando um aumento de 8,1 milhões de toneladas (IBGE, 2020; IBGE, 2021). No setor de frutas o Brasil é o terceiro maior produtor do mundo, com mais de 2,5 milhões de hectares e mais de 44 mil toneladas de frutas por ano (SOUZA, 2020).

Os alimentos de origem vegetal apresentam vida pós-colheita curta, deteriorando-se rapidamente (TEZOTTO-ULIANA *et al.*, 2013). Um levantamento realizado pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) a respeito das perdas de alimentos entre as fases pós-colheita e distribuição, apontou uma perda em torno de 25% para o grupo das raízes, tubérculos e oleaginosas e 22% para frutas e hortaliças (FAO, 2019).

Diante do exposto e, considerando que cerca de um terço da produção mundial de alimentos é perdido antes de chegar à mesa do consumidor. Assim, o emprego da tecnologia de irradiação apresenta grande potencial em prolongar a vida útil dos alimentos, mantendo a segurança através da destruição de pragas e microrganismos prejudiciais à saúde e reduzindo perdas na pós-colheita através do atraso da senescência de frutas e hortaliças e do brotamento de tubérculos e raízes (FAO, 2013; SANTOS *et al.*, 2020; OLIVEIRA; SOARES; ALVES, 2012; MODANEZ, 2012).

Inúmeras são as técnicas de conservação para aplicação em alimentos vegetais (MACEDO, 2017), cada uma com suas particularidades, mas com o objetivo em comum de manter os alimentos seguros para consumo e estender o seu prazo de validade. Alguns métodos de conservação, como os que empregam calor, apesar de eficientes, podem acabar provocando alterações indesejáveis nas características nutricionais e sensoriais desses alimentos (LEONARDI; AZEVEDO, 2018).

Nessa percepção, empregar tecnologias não térmicas como a irradiação, pode ser uma opção importante no sentido de minimizar essas alterações e, ao mesmo tempo, reduzir perdas naturais causadas por processos fisiológicos pós-colheita

(amadurecimento, brotamento e senescência), contaminação microbiológica e infestação por pragas, promovendo o prolongamento da vida útil dos alimentos e garantindo a segurança para o consumo (TEZZOTO-ULIANA *et al.*, 2013).

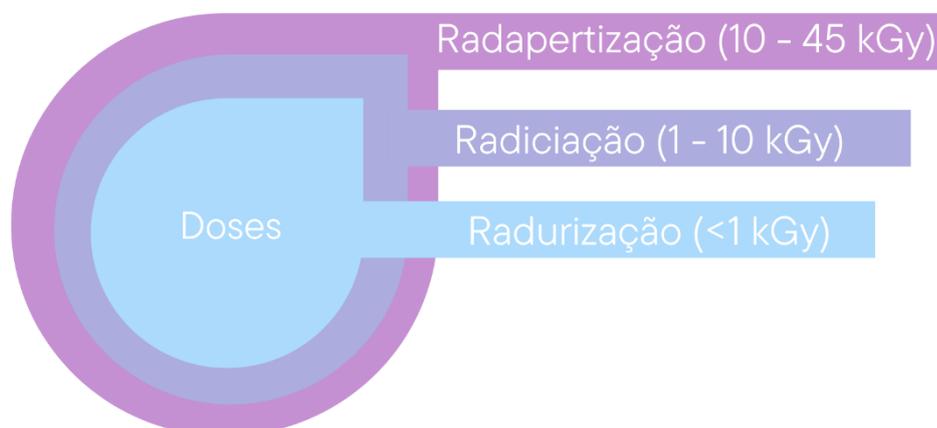
5.1 Irradiação

A irradiação é um tratamento físico em que os alimentos são expostos a uma dose definida, podendo ser empregada para controlar as infestações por pragas (insetos), reduzir o número de microrganismos patogênicos e/ou deteriorantes e retardar processos biológicos naturais, como amadurecimento e brotamento em vegetais frescos (ARVANITTOYANNIS, 2010). Fante *et al* (2015) demonstrou que o uso da radiação gama na conservação pós-colheita da maçã pode ajudar na manutenção do teor de ácido ascórbico e preservar a cor e a qualidade da fruta. Mendes *et al* (2020) verificou que a aplicação de radiação gama na dose de até 1,0 kGy aumentou em até 28 dias o tempo de armazenamento do tomate cereja na pós-colheita, assim como Bisht *et al* (2020) observou a diminuição da carga microbiana durante o armazenamento pós-colheita de frutas e hortaliças.

De acordo com Perozzi (2007), o processo de irradiação quando bem efetuado, não implica em danos ambientais ou à saúde humana, sendo recomendado sem restrições, por instituições como a Organização Mundial de Saúde (OMS), Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). A legislação brasileira autoriza o uso da técnica para qualquer alimento, não estabelecendo limites quantitativos, desde que a dose mínima absorvida seja suficiente para alcançar a finalidade pretendida, e a dose máxima seja inferior àquela que comprometeria as propriedades funcionais e/ou sensoriais do alimento (BRASIL, 2001).

A ANVISA define alimento irradiado como “todo o alimento que tenha sido intencionalmente submetido ao processo de irradiação com radiação ionizante”. Em conjunto, designa a radiação ionizante como “qualquer radiação que ioniza átomos de materiais a ela submetidos, sendo consideradas radiações ionizantes apenas aquelas de energia inferior ao limiar das reações nucleares que poderiam induzir radioatividade no alimento irradiado (BRASIL, 2001). Dentro desse contexto, a irradiação de alimentos é distribuída em três grupos, sendo classificados de acordo com a quantidade de radiação aplicada durante o processo (Figura 2).

Figura 2 – Classificação da irradiação de acordo com a dose empregada



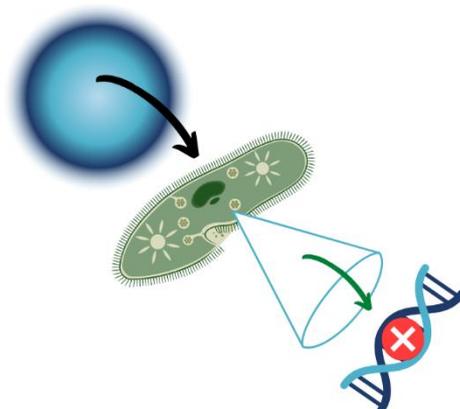
Fonte: Autora, 2022.

A radurização é utilizada para retardar o amadurecimento, diminuir a infestação por pragas e o brotamento em frutas e hortaliças, diferente da radiação com doses médias, sendo capaz de reduzir a contaminação por fungos e bactérias deteriorantes e patogênicas não esporuladas existentes, principalmente, na camada superficial dos alimentos. Já a radapertização com efeito similar a esterilização comercial, permite a eliminação total de microrganismos patogênicos e deteriorantes (COUTO, SANTIAGO, 2010).

Del Mastro (2015) relata que durante o processo de irradiação, o alimento não tem contato direto com o material radioativo. O processo conta com a formação de um campo de energia ionizante por onde o alimento passa, não oferecendo risco de contaminação radioativa. Além disso, uma das grandes vantagens do processo é a não geração de resíduos poluentes, não oferecendo risco de contaminação ambiental.

A eficiência da radiação na conservação dos alimentos depende de diversos parâmetros, entre eles o poder de penetração e o potencial de ionização, sendo este último a capacidade da radiação em remover elétrons dos átomos que compõem o material em contato com ela. Com relação à interação das radiações ionizantes com células vivas, a exemplo dos microrganismos, o alvo principal é o material genético (Figura 3) das mesmas, induzindo modificações que podem ocasionar o bloqueio da duplicação do DNA e a inibição da síntese proteica, tendo como consequência a inibição da reprodução e crescimento dos organismos (DA SILVA, DA SILVA, AQUINO, 2014).

Figura 3 – Radiação gama alterando o material genético do microrganismo.



Fonte: Autora, 2022.

A ação da radiação pode ocorrer de forma direta ou indireta, sendo este segundo através de radicais livres altamente reativos gerados, principalmente, a partir da radiólise da água. Os mesmos interagem entre si, se rearranjando e formando, ao final do processo, o composto peróxido de hidrogênio, extremamente tóxico às células vivas. A água, em geral, é o principal alvo das radiações ionizantes em virtude de ser o componente mais abundante na maioria dos alimentos e, por isso, a geração de radicais livres a partir da mesma ocorre com maior frequência (DA SILVA; DA SILVA, AQUINO, 2014).

5.2 Legislação brasileira para irradiação de alimentos

O planejamento e a organização de um projeto que vise a irradiação de alimentos devem ser realizados com base nas recomendações técnicas e de segurança da Agência Internacional de Energia Atômica e do *Codex Alimentarius*, OMS e FAO (CARREÑO, 2017; LEVY; SORDI; VILLAVICENCIO, 2018). O processo é autorizado em mais de 50 países e, alguns deles como Brasil, Canadá, EUA, União Europeia e Ásia, apresentam suas legislações baseadas no *Codex Alimentarius* (CARREÑO, 2017).

No Brasil, a ANVISA e o MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) são os órgãos responsáveis pela regulamentação e inspeção dos processos e alimentos produzidos a partir da irradiação (LEVY; SORDI; VILLAVICENCIO, 2018). Além disso, a CNEN (Comissão Nacional de Energia

Nuclear), de acordo com a Resolução nº 166, de 16 abril de 2014, estabelece, através da Norma CNEN NN 6.02, que as autorizações para a operação de instalações radioativas devem ser requeridas junto à mesma, incluindo o licenciamento para a operação, a aprovação do local, autorização para construção, autorização para aquisição e movimentação de fontes radioativas, autorização para operação, entre outros atos (CNEN, 2014).

O decreto nº 72.718, de 29 de agosto de 1973, o qual estabelece as normas gerais sobre a irradiação de alimentos no país foi o ato legal que legitimou e oficializou a utilização da técnica no Brasil. O documento, vigente até o momento, aborda alguns pontos como, a elaboração, o armazenamento, o transporte, a distribuição, a importação, exportação e exposição à venda ou entrega ao consumo de alimentos irradiados. O mesmo, ainda destaca: que só poderá ser efetuada a venda, industrialização de alimentos irradiados em estabelecimentos devidamente licenciados pela autoridade competente e após autorização da CNEN (Art. 4º); e que, os alimentos irradiados, quando exposto a venda ou entregues ao consumidor, deverão trazer na embalagem e nos cartazes afixados nos locais de venda ou entrega, a indicação: “Alimento tratado por processo de irradiação” e a declaração: “Este produto foi processado em estabelecimento sob controle da Comissão Nacional de Energia Nuclear” (Art. 8º).

No ano de 2001, foi publicada pela ANVISA a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 21 de 26 de janeiro de 2001, a qual aprova o Regulamento Técnico para Irradiação de Alimentos, com o objetivo de estabelecer os requisitos gerais para o uso da técnica com vistas à qualidade sanitária do produto final. Ainda, define irradiação de alimentos como o “processo físico de tratamento que consiste em submeter o alimento, já embalado ou a granel, a doses controladas de radiação ionizante, com finalidade sanitária, fitossanitária e ou tecnológica” (BRASIL, 2001).

A RDC nº 21/2001 (ANVISA) também dispõe de informações a respeito da rotulagem dos alimentos irradiados. Ela salienta que deve constar no painel principal da embalagem os dizeres: "ALIMENTO TRATADO POR PROCESSO DE IRRADIAÇÃO", com as letras de tamanho não inferior a um terço (1/3) da letra de maior tamanho nos dizeres de rotulagem. E, quando um produto irradiado for utilizado como ingrediente de outro alimento, deve declarar essa circunstância na lista de ingredientes, entre parênteses, após o nome dele. Além disso, pode constar na

embalagem do alimento, de forma opcional, o símbolo internacional (Figura 4) para alimento irradiado, denominado “Radura” (BRASIL, 2001).

Figura 4 – Radura: símbolo internacional utilizado para identificar alimentos irradiados



Fonte: <https://www.preparaenem.com/quimica/uso-radiacao-alimentos.htm>

A RDC da ANVISA ainda salienta que a indústria que irradiar alimentos deve garantir que a indicação de que o alimento foi tratado por processo de irradiação conste nas Notas Fiscais, quando os alimentos forem comercializados de forma a granel, ou nas Notas Fiscais e nas embalagens (FIGURA 5), quando os alimentos forem comercializados embalados. Com relação aos produtos a granel nos locais de exposição deve ser afixado cartaz ou placa com a seguinte informação: “ALIMENTO TRATADO POR PROCESSO DE IRRADIAÇÃO” (BRASIL, 2001).

Figura 5 – Exemplo de manga irradiada com logo na embalagem



Fonte: https://www.researchgate.net/figure/Irradiated-mangoes-imported-into-the-USA-from-Mexico_fig3_263566024, 2012.

A Instrução Normativa nº 9, de 24 de fevereiro de 2011 do MAPA, complementa a RDC nº 21/2001 (ANVISA), reconhecendo o uso da radiação ionizante como tratamento fitossanitário para o gerenciamento do risco de pragas. A mesma, adota as diretrizes da Norma Internacional para Medidas Fitossanitárias – NIMF nº 18 como orientação técnica para uso da irradiação como medida sanitária com o objetivo de prevenir a introdução ou disseminação de pragas quarentenárias regulamentadas no território brasileiro (BRASIL, 2011).

5.3 Fontes de irradiação para alimentos

A legislação brasileira permite apenas a utilização de radiações ionizantes em alimentos, sendo essas as que apresentarem energia inferior ao limiar das reações nucleares que poderiam produzir radioatividade nos alimentos (BRASIL, 2001). Khan e colaboradores (2019) descrevem a radiação ionizante como uma tecnologia emergente com comprimentos de onda extremamente curtos e de alta intensidade, sendo suficiente para ionizar átomos, mas insuficiente para dividi-los, impedindo que as fontes expostas se tornem radioativas. Segundo a ANVISA, as fontes de radiação possíveis de serem utilizadas em alimentos são autorizadas pela CNEN (BRASIL, 2001), sendo permitidas as seguintes possibilidades:

- Isótopos radioativos emissores de radiação gama: Cobalto 60 (^{60}Co) e Césio 137 (^{137}Cs);
- Raios X gerados por máquinas que trabalham com energias de até 5 MeV;
- Feixes de elétrons gerados por máquinas que trabalham com energias de até 10 MeV.

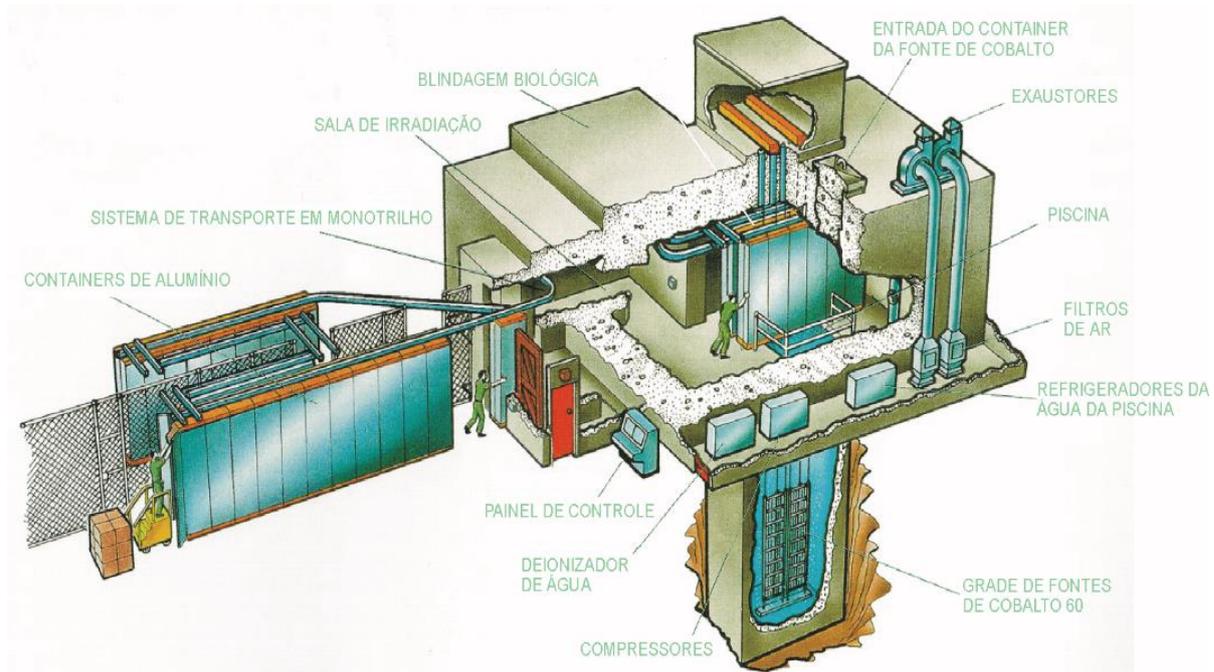
Os raios gama são as fontes de radiação mais utilizadas em alimentos, em virtude, principalmente, do elevado poder de penetração que apresentam, sendo produzidos a partir da excitação do núcleo de elementos como o ^{60}Co e ^{137}Cs . O ^{60}Co é produzido em reatores nucleares a partir da irradiação do ^{59}Co . Já o ^{137}Cs é formado a partir da fissão induzida de elementos como urânio e plutônio, sendo considerado um resíduo resultante do reprocessamento de combustíveis nucleares. Ambos emitem raios gama com grande capacidade de danificar células vivas, podendo ser utilizados no tratamento de alimentos a granel ou embalados (LEVY; SORDI; VILLAVICENCIO, 2018, ERRAMLI, EL ASRI, 2019).

O ^{60}Co , apesar de apresentar um tempo de meia vida em torno de 5 anos, é mais utilizado como fonte de radiação gama para aplicação em alimentos que o ^{137}Cs , com tempo de meia vida de 30 anos. A preferência pelo ^{60}Co ocorre não somente pelo fato de ele emitir mais quantidade de radiação gama, mas também por questões de segurança. O cézio é bastante reativo, devido, principalmente, ao fato de não existir na forma livre na natureza, necessitando estar sempre ligado a outros elementos. Uma das reações mais perigosas ocorre com a água, sendo uma reação muito violenta, mesmo em temperaturas baixas. Em contrapartida, o cobalto não é reativo, o que torna sua utilização mais fácil e segura. Devido ao seu tempo de meia vida ser mais curto, as fontes de cobalto devem ser trocadas periodicamente, visando a manutenção e eficiência do potencial radioativo do material (EHLERMANN, 2015; FANTE, 2015).

Os irradiadores industriais utilizados para o tratamento de alimentos (Figura 6) são constituídos por uma câmara, a qual armazena em seu interior a fonte de irradiação, e por uma esteira por onde os alimentos são transportados. A câmara de irradiação é formada por paredes com espessura em torno de dois metros, feitas de concreto e blindadas com chumbo, com o objetivo de evitar o extravasamento da radiação para o ambiente. Os alimentos são levados até o interior da câmara através de esteiras onde recebem a dose de radiação conforme a sua necessidade, passando 2 vezes pela fonte irradiadora com o objetivo de receber o mais homogêneo possível a radiação aplicada. Da mesma forma que entra, o alimento também sai do equipamento através de esteiras (TAUHATA, 2013; DECONTE *et al.*, 2018).

Os irradiadores também apresentam em sua estrutura um tanque de água, o qual é utilizado para armazenar a fonte de radiação quando ela não está sendo utilizada. Com isso, desempenha funções importantes durante o processo como: blindagem da radiação, ou seja, absorção da energia dissipada pela fonte irradiadora enquanto ela não estiver sendo utilizada; impedindo o acesso de qualquer pessoa à fonte de radiação; e atuar como dissipador do calor gerado pela fonte (TAUHATA, 2013).

Figura 6 – Modelo de irradiador com fonte de ^{60}Co



Fonte: <https://pt.slideshare.net/marcioneves/aula-controle-depopulacoesmicrobianas>, 2014.

Outra opção para a irradiação de alimentos são os raios X, obtidos através da emissão de elétrons gerados por aceleradores de partículas, os quais ao sofrerem uma freada brusca por meio de um anteparo, emitem raios X (COUTO; SANTIAGO, 2010; LEVY; SORDI; VILLAVICENCIO, 2018). A utilização dos raios X tem sido estudada como uma alternativa à radiação gama nos processos de conservação de alimentos, principalmente por esta não ser uma fonte radioativa e, também, pelo fato de poderem ser desligadas quando não estão sendo utilizadas e não necessitarem de reposição. Entretanto, embora o poder de penetração dos raios X seja alto, a eficiência do processo de conversão dos elétrons em raios X é baixa, sendo geralmente inferior a 10% (FARKAS, 2006; LIM; HA, 2021).

5.3.1 Doses empregadas

Segundo a Anvisa, durante o tratamento de qualquer alimento por radiação devem ser observadas as seguintes condições: “a dose mínima absorvida deve ser suficiente para alcançar a finalidade pretendida e a dose máxima absorvida deve ser inferior àquela que comprometeria as propriedades funcionais e/ou os atributos sensoriais do alimento” (BRASIL, 2001). A exposição dos alimentos à radiação é

medida em Gray, sendo que 1 Gray equivale à 1 Joule de energia absorvida por quilograma de alimento. Essa unidade é utilizada pelo Sistema Internacional de Medidas (SI) (SILVA *et al.*, 2010).

A eficiência de uma determinada dose depende de diversos fatores, entre eles o nível de contaminação do alimento, a composição e o estado físico do mesmo, bem como a radioresistência dos microrganismos presentes. Em geral, bactérias Gram-negativas, tanto as deteriorantes como as patogênicas, são mais sensíveis que as Gram-positivas. Bactérias formadoras de esporos são mais resistentes à radiação, da mesma forma que as células esporuladas frente às células vegetativas. Segundo Hernandez, Vital, Sabaa Srur (2003) *apud* Filho *et al* (2012), a dose letal de radiação para as bactérias pode variar entre 0,5 e 10 kGy, enquanto para os esporos bacterianos entre 10 e 50 kGy.

A radioresistência dos microrganismos está relacionada à capacidade dos mesmos em reparar os danos sofridos, podendo variar entre os gêneros e as espécies microbiológicas. O valor de D_{10} é o parâmetro utilizado para medir a sensibilidade do microrganismo à radiação, consistindo na dose necessária para eliminar 90% da população inicial de microrganismos presente no alimento (CIARROCCHI, 2021).

No Quadro 1 abaixo estão listadas algumas doses de radiação aplicadas em alguns alimentos, assim como o propósito de utilização das mesmas.

Quadro 1 – Doses de radiação gama aplicadas para cada tipo de alimento

Propósito	Dose (kGy)	Exemplo de Aplicações
Dose reduzida (< 1kGy)		
Inibir o brotamento	0,05 – 0,15	Batata, cebola, alho
Eliminar insetos e parasitas	0,15 – 0,50	Cereais, legumes, frutas frescas e secas, peixes e carnes frescas e secas
Retardar o amadurecimento	0,50 – 1,0	Frutas e hortaliças frescas
Dose média (1 a 10 kGy)		

Prolongar o tempo de conservação	1,0 – 3,0	Peixe fresco, morangos e flores comestíveis (<i>Tropaeolum majus L.</i> e <i>Viola tricolor L.</i>)
Eliminar microrganismos deteriorantes e patogênicos	1,0 – 7,0	Marisco fresco e congelado, carne de aves e de animais de consumo crua ou congelada
Melhorar propriedades tecnológicas do alimento	2,0 – 7,0	Uvas (aumenta a produção de suco), hortaliças desidratadas (diminui o tempo de cocção)
Dose elevada (10 a 50 kGy)^a		
Esterilização comercial	30 – 50	Carne, aves, mariscos, alimentos prontos, dietas hospitalares
Descontaminação de alguns aditivos e ingredientes	10 – 50	Especiarias, preparações enzimáticas, goma natural
^a : utiliza-se apenas com finalidades especiais		

Fonte: CNEN, 2010 apud MODANEZ, 2012, adaptação autor, 2022.

5.4 Vantagens e desvantagens da irradiação em alimentos

A utilização da irradiação apresenta diversas vantagens, entre elas a possibilidade de esterilização de alimentos embalados; destruição de microrganismos patogênicos, causadores de doenças transmitidas por alimentos, em alimentos crus e congelados; manutenção da qualidade do alimento por longo período sem a necessidade de método complementar de conservação; controle da infestação por pragas; redução de perdas pós-colheita, através do retardo da maturação em frutas e hortaliças; inibição do brotamento em raízes e tubérculos; diminuição do desperdício de alimentos, devido ao aumento da vida útil (Figura 6) dos mesmos (SILVA, 2018^a; RODRIGUES, 2019).

A diminuição do desperdício é, sem dúvida, uma das grandes vantagens da irradiação, a qual pode ser uma importante aliada na busca por melhorias desse cenário. Em abril de 2021 o MAPA promoveu um encontro online com o objetivo de

discutir sobre o uso da irradiação em alimentos no Brasil como opção de evitar o desperdício. Entre as colocações apontadas, uma delas foi a de que “a ampliação da viabilidade de uma tecnologia já comprovada pela ciência é fundamental”. Com isso, foi instituída a Portaria nº 66 de 6 de abril de 2021 para avaliar o uso de irradiadores multipropósitos no Brasil para a aplicação da tecnologia em produtos agropecuários (BRASIL, 2021). A Tabela 1 mostra a proporção de aumento da vida útil de alguns alimentos quando tratados por irradiação.

Uma outra vantagem importante da irradiação de alimentos é que todo o processo ocorre a temperatura ambiente, sem a necessidade de aplicação de calor, garantindo a mesma eficiência na eliminação dos microrganismos que os tratamentos térmicos, entretanto, com o mínimo de alteração das propriedades sensoriais e nutricionais do alimento. Além disso, é um processo limpo, que não gera resíduos para o meio ambiente. A irradiação também pode ser utilizada em substituição à conservação dos alimentos por adição de produtos químicos, visto a preocupação cada vez maior da população com a saúde e a qualidade dos alimentos que consomem.

Tabela 6 – Vida útil de alimentos irradiados e não irradiados

Produto	Vida útil sem irradiação (dias)	Vida útil com irradiação (dias)	% de aumento na conservação
Arroz	120	300	150
Alho	365	1095	200
Banana	15	45	200
Batata	30	180	500
Cebola	60	180	200
Farinha	180	730	306
Mamão Papaia	7	21	200
Manga	7	21	200
Milho	365	1095	200
Frango refrigerado	7	30	329
Filé de pescada refrigerado	5	30	500
Morango	3	21	600
Trigo	365	1095	200

Fonte: CENA/USP, 2012 Apud MODANEZ, 2012, adaptado pelo autor, 2022.

Figura 7 - Comparação de morangos não irradiados (esquerda) e morangos irradiados (direita)



Fonte: <http://eurekabrasil.com/por-que-irradiar-alimentos/>, 2018.

Com relação às exportações, o tratamento dos alimentos por irradiação pode ser uma opção para impulsionar esse tipo de demanda econômica, principalmente no Brasil, visto que garante melhores condições de conservação dos alimentos e atende a exigência de muitos países, onde a irradiação de alimentos para fins sanitários é obrigatória para a exportação de frutas e carnes, por exemplo.

Por outro lado, a técnica também pode apresentar algumas desvantagens. O elevado custo para a implantação do empreendimento é, sem dúvida, um dos maiores obstáculos. Da mesma forma, a rejeição por grande parte dos consumidores, devido à falta de informação, levando à confusão e interpretações erradas. O mito de que os alimentos irradiados são radioativos ainda está muito presente entre a população, limitando a aceitação e utilização da técnica (SILVA, 2018^b; FILHO et al., 2012).

O processo não deve ser utilizado em alimentos ricos em gordura, os quais podem sofrer rancificação oxidativa, conforme a dose de radiação aplicada. Além disso, pode promover a descoloração da carne e produtos derivados, devido ao efeito oxidativo da radiação sobre o pigmento mioglobina. O emprego em alimentos líquidos, como o leite, também não é recomendado, visto que as alterações desencadeadas pelos produtos derivados da radiólise da água podem ser intensificadas. A radiação também pode ser capaz de promover alterações das propriedades químicas, físicas e de barreiras de algumas embalagens, diminuindo a capacidade de proteção das mesmas e aumentando o risco de contaminação do produto com substâncias tóxicas e sabores e odores desagradáveis (COUTO, SANTIAGO, 2010; DIMAS, TEIXEIRA, 2018; RODRIGUES, 2019).

5.5 Toxicologia dos alimentos irradiados

A grande preocupação dos consumidores com relação aos alimentos irradiados é que eles acumulem radiação e se tornem radioativos. Entretanto, os relatos apresentados neste trabalho mostram que a irradiação, quando utilizada de forma correta e, em condições controladas, não torna o alimento radioativo.

A influência da radiação na água presente nos alimentos é o fator que, atualmente, apresenta destaque. A radiação incidida nos alimentos promove a radiólise da água, através da remoção de elétrons e formação de íons altamente reativos. Com isso a produção de radicais livres é desencadeada, sendo essa a forma

de atuação indireta da radiação sobre as células microbianas (FENNEMA, PARKIN, DAMODARAN, 2010).

Os primeiros íons formados a partir da radiólise da água são H_2O^+ e e^- , assim como H_2 , H_2O_2 , H^+ e OH^- . Além desses, devido à reação entre o íon hidrogênio e a água, forma-se o íon hidrônio (H_3O^+). Os radicais formados são altamente reativos e, embora alguns se combinem, formando água, a maioria fica livre no alimento, atuando de forma ativa na inativação e destruição de microrganismos e pragas. Ainda é importante ressaltar que, o efeito desses radicais se intensifica, quando os mesmos se combinam o oxigênio formando peróxidos e superóxidos, espécies reativas de oxigênio com grande capacidade de reação (PEREDA, 2005; TEZOTTO-ULIANA et al., 2015).

Os efeitos negativos dos radicais livres formados podem ser visualizados nos alimentos e, possivelmente, nos organismos vivos consumidores. A presença do peróxido de hidrogênio, por exemplo, pode causar alterações de sabor e odor desagradáveis em determinados alimentos, diminuindo a aceitação dos mesmos. Entretanto, as alterações citadas podem ser amenizadas conforme o estado físico do alimento durante o processo de irradiação. No alimento congelado os radicais livres gerados a partir da radiólise da água têm flexibilidade e mobilidade limitada, sendo impossibilitados de reagir com o mesmo. A mesma coisa ocorre em relação aos alimentos desidratados, onde devido ao baixo conteúdo de água, a mobilidade dos radicais livres fica prejudicada. Ao contrário dos exemplos citados, em sistemas no estado líquido, os movimentos das espécies reativas são favorecidos e, com isso, as reações com o alimento também (FERNANDES; PEREIRA; FERREIRA, 2017).

Com relação aos consumidores de alimentos irradiados, a ingestão de radicais livres pode ser um problema quando em grande quantidade, merecendo destaque dentro do contexto. O excesso de radicais livres nos organismos vivos pode causar diversos problemas de saúde. Eles podem reagir com proteínas, lipídeos e DNA de células saudáveis, promovendo diversas alterações, como modificação na seletividade e permeabilidade das membranas celulares, mutações e proliferação celular. Com isso, podem ser observadas diversas consequências como enfraquecimento do sistema imunológico, envelhecimento precoce, aumento do risco de incidência de doenças cardiovasculares, em especial a aterosclerose, câncer e de doenças degenerativas como Alzheimer e Parkinson (PREVEDELLO; COMACHIO, 2021).

6 CONCLUSÃO

A pesquisa de opinião realizada, proporcionou uma visão do nível de conhecimento e aceitabilidade de uma pequena parcela do público investigado, considerando o público sendo docentes e técnicos de uma universidade, estabelecendo dados interessantes que podem contribuir para outras pesquisas neste contexto, evidenciando que uma pequena parcela conhece o assunto sobre irradiação e alimentos irradiados e a grande parte dos participantes desconhecem sobre o uso da técnica.

A partir da revisão bibliográfica realizada, a irradiação em alimentos evidencia muitos benefícios, sendo uma técnica segura, aumentando a vida na pós-colheita, reduzindo perdas causadas por brotamento, maturação e envelhecimento; minimizando ou eliminando a presença de microrganismos que possam vir transmitir doenças, e preservando as qualidades nutricionais e sensoriais dos alimentos, dentre outros. Por outro lado, a irradiação pode promover a formação de radicais livres e seus efeitos negativos podem ser vistos nos alimentos, causando alterações no sabor e odor em determinados produtos e no organismo pode promover o enfraquecimento do sistema imunológico.

A principal fonte utilizada é o ^{60}Co , não sendo reativo, torna o seu uso mais fácil e seguro. Visto que as doses aplicadas devem ser mínimas e máximas, desde que alcancem a finalidade pretendida e que não comprometa as propriedades funcionais e sensoriais dos alimentos. As legislações que abordam sobre a irradiação em alimentos encontram-se em vigência, ressaltando que, todos os alimentos em sua rotulagem devem receber a denominação “alimento tratado por processo de irradiação”.

Recomenda-se numa perspectiva futura, a ampliação deste questionário em uma segunda etapa com os universitários do campus, estendendo assunto da comunidade científica para a população, divulgando os benefícios da irradiação e desmitificação a temática de conservação e preservação dos mais diversos alimentos.

REFERÊNCIAS

- AGEITEC – Agência Embrapa de Informação Tecnológica. JUNIOR, Murilo Freire; VITAL, Hélio de Carvalho. **Irradiação**. 2020. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT000fj1b22hl02wyiv80sq98yg94hs31y.html. Acesso em: 16 dez. 2020.
- ALMAYAH, Basim. **Use of Gamma Radiation Techniques in Pacific Applications**. London, United Kingdom. IntechOpen. 2019.
- ARVANITTOYANNIS, Ioannis S. **Irradiation of Food Commodities: techniques, applications, detection, legislation, safety and consumer opinion**. San Diego, Califórnia. Academic Press, 2010.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Diário Oficial da União** Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 21, de 26 de janeiro de 2001, Brasília, DF, 2001, n. 20, p. 35, 29 jan. 2001.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Instrução Normativa nº9, de 24 de fevereiro de 2011. **Diretrizes da Norma Internacional para Medidas Fitossanitárias – NIMF N°18**.
- BRASIL. Decreto nº 73.718, de 29 de agosto de 1973. **Normas Gerais sobre Irradiação de Alimentos**: elaboração, armazenamento, transporte, distribuição, importação /exportação à venda e consumo de alimentos irradiados.
- BISHT, Bhawa *et al.* Food irradiation: Effect of ionizing and non-ionizing radiations on preservation of fruits and vegetables—a review. **Trends in Food Science & Technology**, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.06.002>. Acesso em: 09 nov, 2021.
- CARREÑO, Ignacio. International standards and regulation on food irradiation. In: **Food Irradiation Technologies**. Cambridge. United Kingdom. Royal Society of Chemistry. 15 dez. 2017. p. 5-27. 16 ago, 2012. Disponível em: <https://pt.br1lib.org/book/5251812/924832>. Acesso em: 02 jan. 2022.
- CATTARUZI, Eliana Borba. **Análise sobre a predisposição do consumidor em arcar com o custo do alimento processo por radiação ionizante**. 2012. Tese Doutorado (Ciências na Área de Tecnologia Nuclear). Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-23102012-150110/pt-br.php>. Acesso em: 20 fev. 2022.
- CIARROCCHI, Isabella Rocha. **Efeito da radiação gama na degradação de pesticidas (azoxistrobin e carbendazim) em morango**. 2021. Dissertação (Mestrado em Ciências – área de concentração Ciência e Tecnologia de Alimentos). USP – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Piracicaba, 2021. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11141/tde-06102021-154832/en.php>. Acesso em: 20 fev. 2022.
- COUTO, Renata Ribeiro; SANTIAGO, Arnaldo José. Radioatividade e irradiação de alimentos. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 12, n. 2, p. 193-215, 2010. Disponível em: <https://revistas.unicentro.br/index.php/RECEN/article/view/970>. Acesso em: 11 nov. 2021.

CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear. Resolução nº 166, de 16 de abril de 2014. Aprova a Norma CNEN NN 6.02 Licenciamento de Instalações Radiativas, anexa a esta Resolução. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2014, n. 078, p. 04, 28 abr. 2014.

DA SILVA, Renato César; DA SILVA, Roberta Maria; AQUINO, Kátia Aparecida. A interação da radiação gama com a matéria no processo de esterilização. **Revista Virtual de Química**, v. 6, n. 6, p. 1624-1641. 18 dez. 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5935/1984-6835.20140105>. Acesso em: 09 nov. 2021.

DECONTE, *et al.* Processo de irradiação em alimentos: funcionamento e segurança. **Revista Acta de Ciências e Saúde**, 2018. P. 1-12. Disponível em: <https://unifasc.edu.br/wp-content/uploads/2019/05/Processo-de-irradia%C3%A7%C3%A3o-em-alimentos-Danielle.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2021.

DEL MASTRO, Néida Lucia. A radiação ionizante na promoção da alimentação adequada e saudável. **Vigilância Sanitária em Debate Sociedade, Ciência & Tecnologia**, v. 3, n. 2, p. 114-121, 2015. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/5705/570561422016.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2021.

DE LIMA, André Luiz Barbosa; DA COSTA OLIVEIRA, Angelo Giuseppe Roncalli. Atitudes e conhecimento dos consumidores sobre os alimentos irradiados: um inquérito conduzido em Natal, Brasil. **Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia**, v. 2, n. 2, p. 81-87, 2014. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/5705/570561860012.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2022.

DIMAS, Guilherme Adami; TEIXEIRA, Natália de Carvalho. A percepção pública sobre alimentos irradiados no município de Belo Horizonte - Minas Gerais. **Arquivos Brasileiros de Alimentação**, v. 3, n. 2, p. 220–244, 2018. Disponível em: <http://www.ead.codai.ufrpe.br/index.php/ABA/article/view/2064>. Acesso em: 1 dez. 2021.

EHLERMANN, Dieter A, E. Particular applications of food irradiation: Meat, fish and others. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 129, p. 53-57, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2016.07.027>. Acesso em: 17 dez. 2021.

ERRAMLI, Hassane; EL ASRI, Jaouad. Gamma Rays: Applications in Environmental Gamma Dosimetry and Neutron-Induced Gamma-Activity Determination Samples. **Use of Gamma Radiation Techniques in Peaceful Applications**. 2019. p. 01-20. Disponível em: [10.5772/intechopen.85503](https://doi.org/10.5772/intechopen.85503). Acesso: 14 dez. 2021.

FANTE, Camila Argenta *et al.* Atividade antioxidante durante o armazenamento de maçãs submetidas à irradiação. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 39, n. 3, p. 269-275, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/ht5JwVdzKvKTZ6LGrqwQ4Tf/?format=pdf&lang=em>. Acesso em: 02 jan. 2022

FARKAS, József. Irradiation for better foods. **Trends in food science & technology**, v. 17, n. 4, p. 148-152, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2005.12.003>, Acesso em: 18 dez. 2021.

FARKAS, József; MOHÁCSI-FARKAS, Csilla. History and future of food irradiation. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, n. 2-3, p. 121-126, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2010.04.002>. Acesso em: 14 dez. 2021.

FELICIANO, Chitho P. High-dose irradiated food: Current progress, applications, and prospects. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 144, p. 34-36, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2017.11.010>. Acesso em: 23 fev. 2022.

FENNEMA, O, R.; DAMODARAN, S; PARKIN, K. L. **Química de alimentos de Fennema**. 4° ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

FERNANDES, C, A *et al* Food irradiation chemistry. In: **Food Irradiation Technologies**. Cambridge. United Kingdom. Royal Society of Chemistry. 19 dez. 2017. p. 210-236. Disponível em: <https://pt.br1lib.org/book/5251812/924832>. Acesso em: 18 dez. 2021.

FILHO, Tarcísio Lima *et al*. Energia ionizante na conservação de alimentos: revisão. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 30, n. 2, p. 243-254, jul./dez. 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/cep.v30i2.30501>. Acesso em: 15 dez. 2021.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Food wastage footprint: Impacts on natural resources. Summary report**. Disponível em: <http://www.fao.org/3/i3347e/i3347e.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2021.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Progresos en la lucha contra la pérdida y el desperdicio de alimentos**. Disponível em: <http://www.fao.org/3/ca6030es/ca6030es.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2021.

HIRASHIMA, Fabiana Kawassaki. **Efeito da radiação gama nas propriedades nutricionais e bioativas de alimentos minimamente processados destinados a dietas especiais**. 2016. 139 p. Tese. Doutorado (Tecnologia Nuclear). Instituto de Pesquisa Energéticas e Nucleares. IPEN-CN/SP, São Paulo. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-25042018-151920/en.php>. Acesso em: 23 fev. 2022.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores IBGE: Levantamento Sistemático da Produção Agrícola – Estatística da Produção Agrícola**. 2020. 96 f. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2415/epaq_2020_set.pdf. Acesso em: 11 nov. 2021.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores IBGE: Levantamento Sistemático da Produção Agrícola – Estatística da Produção Agrícola**. 2021. 94 f. Disponível em: https://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_%5Bmensal%5D/Fasciculo_Indicadores_IBGE/2021/estProdAgri_202101.pdf. Acesso: 11 nov. 2021.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas da população residente no Brasil e Unidades da Federação com data de referência em 1º de julho de 2021**. 2021. 119f. Disponível em: https://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2021/estimativa_dou_2021.pdf. Acesso em: 11 nov. 2021.

JUNQUEIRA-GONÇALVES, Maria P. et al. Perception and view of consumers on food irradiation and the Radura symbol. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 80, n. 1, p. 119-122, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2010.08.001>. Acesso em: 21 fev. 2022.

KHAN, Sanaullah *et al.* Advanced oxidation and reduction processes. **Advances in Water Purification Techniques**, p. 135-164, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814790-0.00006-5>. Acesso em: 15 dez. 2021.

KHATTAK, Khanzadi; Fatima; RAHNAMN, Taj Ur. Effect of gamma irradiation on the vitamins, phytochemicals, antimicrobial and antioxidant properties of Ziziphus mauritiana Lam. leaves. **Radiation Physics and Chemistry**. v. 127, p. 243-248, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2016.07.001>. Acesso em: 20 fev. 2022.

KOIKE, Amanda Cristina Ramos. **Compostos bioativos em flores comestíveis processadas por radiação**. 2015. Tese de Doutorado (Doutor em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear – Aplicação). Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, SP. 2015. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/c584/b4ed1e311962e5d77079af1111661109654a.pdf>. Acesos em: 10 mar. 2022.

LEONARDI, Jéssica Gabriela; AZEVEDO, Bruna Marcacini. Métodos de conservação de alimentos. **Revista Saúde em foco**, v. 10, n. 1, p. 51-61, 2018. Disponível em: http://portal.unisepe.com.br/unifia/wp-content/uploads/sites/10001/2018/06/006_M%C3%89TODOS_DE_CONSERVA%C3%87%C3%83O_DE_ALIMENTOS.pdf. Acesso em: 16 dez. 2021.

LEVY, Denise S; SÓRDI, Gian Maria Agostino Angelo; VILLAVICENCIO, Anna Lucia Casanas Haasis. Construindo pontes entre ciência e sociedade: divulgação científica sobre irradiação de alimentos. **Revista Brasileira de Ciências da Radiação**, [S. l.], v. 6, n. 1, 2018. Disponível em: <https://www.sbpr.org.br/revista/index.php/REVISTA/article/view/343>. Acesso em: 09 nov. 2021.

LIMA, Albiege dos Santos. **Alimentos irradiados como uma alternativa na conservação de alimentos: uma revisão**. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia). Universidade Federal de Campina Grande. 2014. Disponível: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/9523>. Acesso em: 02 jan. 2022.

LIM, Jong-Seong; HA, Jae-Won. Effect of acid adaptation on the resistance of Escherichia coli O157: H7 and Salmonella enterica serovar Typhimurium to X-ray irradiation in apple juice. **Food Control**, v. 120. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107489>. Acesso em: 02 jan. 2022.

MACEDO, Anabela Machado. **Utilização da irradiação em alimentos: avaliação das alterações químicas e seus potenciais antioxidantes**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas). Universidade Fernando Pessoa. Faculdade Ciências da Saúde. Portugal. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10284/6648>. Acesso: 17 dez. 2021.

MARZAROTTO, Bruna; ALVES, Márcia Keller. Leitura de rótulos de alimentos por frequentadores de um estabelecimento comercial. **Ciência & Saúde**, v. 10, n. 2, p. 102-108, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.15448/1983-652X.2017.2.24220>. Acesso em: 20 fev. 2022.

MENDES, Karla Ferreira *et al.* Evaluation of physicochemical characteristics in cherry tomatoes irradiated with ⁶⁰Co gamma-rays on post-harvest conservation. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 177, p. 109139, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2020.109139>. Acesso em: 17 dez. 2021.

MODANEZ, Leila. **Aceitação de alimentos irradiados: uma questão de educação**. 2012. Tese (Doutorado em Ciências na área de Tecnologia Nuclear – Aplicações) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN) – Autarquia associada à universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2012. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-23102012-150844/en.php>. Acesso em: 08 nov. 2021.

NUNES, Patrícia *et al.* Os Mitos e as Verdades da Irradiação de Alimentos. **Caderno de Graduação - Ciências Biológicas e da Saúde - UNIT - PERNAMBUCO**, [S. l.], v. 1, n. 3, p. 103–110, 2014. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/facipesaude/article/view/1721> . Acesso em: 22 fev. 2022.

ORNELLAS, Cléia Batista Dias *et al.* Atitude do consumidor frente à irradiação de alimentos. **Ciência Tecnologia Alimentos**, v. 26, n. 1, p. 211-213, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612006000100033>. Acesso em: 09 nov. 2021.

OLIVEIRA, Kelly Cristina Freire; SOARES, Luana Pereira; ALVES, Adriana Moreira. Irradiação de alimentos: extensão da vida útil de frutas e legumes. **Revista Acadêmica Saúde & Ambiente**, v. 7, n. 2, p. 52-57, 2012. Disponível em: <http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/sare/article/view/1831>. Acesso em: 15 dez. 2021.

PEREDA, J, A. Ordóñez (Ed.). **Tecnologia de alimentos: alimentos de origem animal**. Artmed, 2005.

PEROZZI, Mariana. Irradiação: tecnologia boa para aumentar exportações de frutas. **Inovação Uniemp**, v. 3, n. 5. 2007. Disponível em: http://inovacao.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1808-23942007000500026&lng=es&nrm=iso. Acesso em: 15 dez. 2021.

RODRIGUES, Gabriella Vieira. **Panorama e perspectivas do uso de irradiação na conservação de alimentos**. 2019. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Alimentos). Universidade Federal de Uberlândia, Patos de Minas, 11 jul. 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/26625>. Acesso em: 15 dez. 2021.

RUSIN, Tiago. **Conhecimento do consumidor sobre alimentos irradiados**. 2017. Tese. Doutorado (Nutrição Humana). Universidade de Brasília, 18 dez. 2017. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/31516>. Acesso em: 20 fev. 2021.

SAATH, Kleverton Clovis de; FACHINELLO, Arlei Luiz. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 56, n. 2, p. 195-212, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1234-56781806-94790560201>. Acesso em: 14 dez. 2021.

SANTOS, Karine Louise dos *et al.* Perdas e desperdícios de alimentos: reflexões sobre o atual cenário brasileiro. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 23, p. 1-12, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.13419>. Acesso em: 09 nov. 2021.

SILVA, João Klausen Ramos da. **Irradiação de alimentos: uma revisão integrativa da literatura**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Radiologia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí. 20 ago. 2018a. Disponível em: <http://200.137.171.19:8080/jspui/handle/123456789/1016>. Acesso em: 02 jan. 2022.

SILVA, Kelly Daiane *et al.* Conhecimento e atitudes sobre alimentos irradiados de nutricionistas que atuam na docência. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 3, n. 3, p.645-651, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/m3mhYPMvWpNP3mXQwKH3nYH/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 16 jan. 2022.

SILVA, Sonaly de Lima. **Avaliação dos níveis de radiação não ionizante em ambientes de trabalho de uma universidade brasileira**. 2018. Dissertação (Engenharia de Produção). Universidade Federal da Paraíba. Pós-Graduação em Engenharia de Produção. João Pessoa, Paraíba, 30 ago, 2018b. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/14008>. Acesso: 02 jan. 2022.

SOUZA, J. **Exportação de frutas brasileiras: elas podem ir mais longe**. ABRAFRUTAS: Hortifruti Saúde & Saber. 2020. Disponível em: <https://saberhortifruti.com.br/estudos-e-artigos/exportacao-de-frutas-brasileiras/>.

TAUHATA, Luiz *et al.* **Radioproteção e dosimetria: Fundamentos**. Instituto de Radioproteção e Dosimetria. Comissão Nacional de Energia Nuclear, n, 10. 2013.

TEZOTTO-ULIANA, Jaqueline Visioni *et al.* Gamma radiation: An efficient technology to conserve the quality of fresh raspberries. **Scientia Horticulturae**, v. 164, p. 348-352, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.09.026>. Acesso em: 09 nov. 2021.

VICENTE, Juarez; SALDANHA, Tatiana. Emprego da técnica de radiação ionizante em alimentos industrializados. **Acta Tecnológica**, v. 7, n. 2, p, 49-54, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.35818/acta.v7i2.148>. Acesso em: 09 nov. 2021.

APÊNDICE A – Termo de consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) a participar da “PESQUISA SOBRE O NÍVEL DE CONHECIMENTO E A ACEITABILIDADE DOS ALIMENTOS IRRADIADOS”, a qual faz parte do Trabalho de Conclusão de Curso da discente Stephanie Pereira Torres, do curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Através da mesma, espera-se colaborar com dados sobre o nível de conhecimento das pessoas a respeito da técnica de irradiação de alimentos, bem como a aceitabilidade das mesmas em relação ao consumo de alimentos irradiados e com isso, tornar mais evidente o fato de que a falta de informação pode ser uma das principais barreiras que dificultam a aceitação desses tipos de alimentos.

Para o desenvolvimento da pesquisa será enviado, via e-mail institucional, aos docentes e técnicos administrativos em educação da Unipampa – campus Itaqui um questionário, através do Google Forms, composto por questões de múltipla escolha relacionadas ao tema “Alimentos Irrradiados”. Participarão apenas aqueles que estiverem de acordo com o presente termo de consentimento.

Sua participação será voluntária e anônima, consistindo apenas em responder o questionário enviado no formato online. Sendo sua participação voluntária, você não receberá benefício financeiro. O tempo para responder todas as perguntas deve ser de, no máximo, 05 (cinco) minutos.

Você tem a liberdade de se recusar a participar da pesquisa e poderá deixar de responder o questionário a qualquer momento, sem nenhum prejuízo. Sua recusa em colaborar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma como você é tratado pelos pesquisadores envolvidos neste trabalho.

Esta pesquisa é considerada de risco mínimo. Entretanto, é possível que aconteçam os seguintes desconfortos: cansaço devido ao tempo despendido no preenchimento do questionário, bem como àqueles comuns a toda manifestação de ponto de vista sobre preferências, atitudes e comportamentos.

No entanto, o tema não é gerador de estresse e sofrimento e não representa qualquer risco de ordem física, psíquica ou emocional. Ainda assim, os responsáveis pela pesquisa tiveram todo o cuidado ao elaborar o questionário com o objetivo de que os possíveis desconfortos citados sejam mínimos. Porém, caso ocorra algum problema decorrente de sua participação na pesquisa, você terá acompanhamento e assistência gratuita.

A qualquer momento você poderá enviar um e-mail para os responsáveis pela pesquisa: Stéphanie Pereira Torres (stephanietorres.aluno@unipampa.edu.br), discente responsável pela elaboração do trabalho, e Paula Ferreira de Araujo Ribeiro (paularibeiro@unipampa.edu.br), docente orientadora. As mesmas tem o compromisso de realizar o contato o mais rapidamente possível, prestando um acolhimento psicológico, em um primeiro momento, e, caso necessário, o encaminhamento para os locais de assistência à saúde física e psicológica mais próximos do participante.

Quanto às informações coletadas durante a pesquisa, as mesmas serão confidenciais, contudo, poderão ser divulgadas em eventos ou publicações, garantindo-se a preservação da identidade dos participantes, uma vez que o questionário não permite a identificação do nome dos mesmos.

Equipe responsável pela pesquisa:

Docente responsável: Paula Ferreira de Araujo Ribeiro

Docente colaborador: Aline Tiecher

Discente responsável: Stephanie Pereira Torres

Declaro que li e compreendi plenamente todas as informações relacionadas à minha participação na referida pesquisa, estando ciente dos riscos e dos benefícios que a mesma pode implicar. Com isso:

- () Concordo em participar
- () Não concordo em participar

APÊNDICE B – Formulário Online**PESQUISA SOBRE O NÍVEL DE CONHECIMENTO E ACEITABILIDADE DOS ALIMENTOS IRRADIADOS**

Este questionário tem como objetivo coletar informações sobre o nível de conhecimento dos servidores da Unipampa – campus Itaqui (docentes e técnicos administrativos em educação) a respeito da técnica de irradiação de alimentos como método de conservação, bem como a aceitabilidade deles em relação ao consumo de alimentos irradiados.

1) Gênero:

- Feminino
- Masculino
- Outro
- Prefiro não responder

2) Idade: ____ anos

3) Qual seu vínculo com a Unipampa?

- Docente
- Técnico Administrativo em Educação

4) Qual seu nível de escolaridade?

- Graduação
- Mestrado
- Doutorado
- Pós-Doutorado

5) Você atua na área de Alimentos?

- Sim
- Não

6) Você se preocupa com a qualidade dos alimentos que consome?

- Sim
- Não

7) Você já ouviu falar em alimentos irradiados?

- Sim
- Não

8) Você sabe o que são alimentos irradiados?

- Sim
- Não

9) Você sabe qual é o objetivo de se irradiar alimentos?

- Sim
- Não
- Não tenho certeza

10) Você acha que alimentos irradiados podem fazer mal à saúde do consumidor?

- Sim
- Não
- Não tenho certeza

11) Você acredita que alimentos irradiados se tornam radioativos?

- Sim
- Não
- Não tenho certeza

12) Você acredita que o processo de irradiação pode reduzir o valor nutricional dos alimentos?

- Sim
- Não
- Não tenho certeza

13) Você consumiria alimento irradiado? Por quê?

- Sim
- Não

Por que: _____

14) Você já identificou alimentos irradiados sendo comercializados em postos de vendas?

- Sim
- Não

Qual: _____

15) Você conhece o símbolo da RADURA que caracteriza os alimentos irradiados?

- Sim
- Não

16) Você considera que as informações contidas nos rótulos são suficientes para identificar os alimentos irradiados?

- Sim
- Não

17) Se você soubesse que o uso da irradiação deixa o alimento mais seguro para o consumo, você consumiria alimentos irradiados?

- Sim
- Não

18) Você compraria alimentos irradiados se soubesse que este processo não torna o alimento radioativo e que, além disso, pode proporcionar a eliminação de diversos agentes transmissores de doenças?

- Sim
- Não