



FACULDADE LOGOS
TÉCNOLOGO EM RADIOLOGIA

Gilmar Pereira Costa
Wendel Antônio da Silva Oliveira

A UTILIZAÇÃO DA RADIAÇÃO EM ALIMENTOS NO BRASIL

Novo Gama – GO, 2022

Gilmar Pereira Costa
Wendel Antonio da Silva Oliveira

A UTILIZAÇÃO DA RADIAÇÃO EM ALIMENTOS NO BRASIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade Falop Novo Gama – GO, como requisito para obtenção de Graduação de Tecnólogo em Radiologia,

Orientador(a): Prof. Daniela de Andrade
Coorientador(a): Prof. MSc. Maria do Socorro de Lima Silva.

Novo Gama – GO, 2022

C837u Costa, Gilmar Pereira.

A utilização da radiologia na industrial dos alimentos no Brasil. /
Gilmar Pereira Costa, Wendell Antônio da Silva Oliveira. Novo Gama
2022. 23 p.

Orientadora: Daniela de Andrade
Coorientador(a) MsC: Maria do Socorro Lima Silva
Trabalho de Conclusão de Conclusão do Curso – Faculdade
Logos, Tecnólogo em Radiologia, 2022.

1. Radiação 2. Alimentos 3. Radiação ionizante. 4. Alimentos
Irradiados. 5. Conservação. I. Oliveira, WendellAntônio da Silva II
Andrade, Daniela de III. Maria do Socorro IV. Título

Gilmar Pereira Costa, Wendel Antônio da Silva Oliveira. **A utilização da radiação em alimentos no Brasil**. Trabalho para Conclusão de Curso apresentado a Faculdade Logos, do Novo Gama/Go, para obtenção do título de Tecnólogo em Radiologia.

Aprovado em:

BANCA EXAMINADORA

Prof. _____ Instituição _____

Julgamento _____ Assinatura _____

Prof. _____ Instituição _____

Julgamento _____ Assinatura _____

Prof. _____ Instituição _____

Julgamento _____ Assinatura _____

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado a todos que direta ou indiretamente, contribuíram para a evolução e sucesso deste projeto; a todos os professores que acreditaram e contribuíram para a conclusão de mais esta etapa.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter nos possibilitado realizar este trabalho e a todos os professores que contribuíram para o enriquecimento cultural ao longo desses três anos de curso. Em especial a nossa orientadora, Professora Maria do Socorro, pelo apoio, as conversas e discussões no processo de elaboração desta monografia, compartilhando sua sabedoria, conduzindo o trabalho de maneira firme, porém amigável, deixando uma contribuição extremamente importante e positiva nesta fase da vida acadêmica.

Agradecemos aos colegas de sala e a todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para a conclusão deste trabalho.

RESUMO

Com a descoberta da radiação e suas aplicabilidades pós-guerra, os países desenvolvidos vêm pesquisando e utilizando cada vez mais a radiação em diversas áreas, tais como: médicas, energias, agropecuária e industrial. A irradiação em alimentos é uma delas e por diversos fatores essa prática vem ganhando há décadas cada vez mais espaço no desenvolvimento de novas tecnologias de melhoramentos, esterilização e de aumentar a vida útil dos alimentos, tornando os produtos cada vez mais competitivos na indústria e na importação. O objetivo do presente trabalho foi realizar um levantamento bibliográfico com notícias e pesquisas atuais e levantamentos históricos com intuito de fazer um comparativo sobre uso da radiação ionizante nos microrganismos e componentes nutricionais dos alimentos, suas vantagens, desvantagens e sua aceitação entre os consumidores em relação aos alimentos processados por esta técnica, comprovando que o método de irradiação dos alimentos é seguro e tem futuro promissor no desenvolvimento do país.

Palavras-Chave: Radiação ionizante. Alimentos Irradiados. Conservação

ABSTRACT

With the discovery of radiation and its post-war applicability, countries developed have been researching and using radiation more and more in several areas such as: medical, energy, agricultural and industrial. The irradiation in food is one of them and for several factors this practice has been gaining decades more and more space in the development of new technologies of improvements, sterilization and to increase the shelf life of food, making increasingly competitive products in industry and imports. The purpose of The present work was to carry out a bibliographic survey with new search current and historical surveys in order to make a comparison on the use of ionizing radiation on microorganisms and nutritional components of foods, their advantages, disadvantages and their acceptance among consumers in relation to foods processed by this technique, proving that the method of Food irradiation is safe and has a promising future in the country's development.

Keywords: Ionizing radiation. Irradiated Foods. Conservation

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Irradiador gama numa instalação de Tecnologia Nuclear	5
Figura 2: Informações nas embalagens sobre produto tratado por irradiação	6
Figura 3: Instalações autorizadas com fonte radioativas para alimentos no Brasil.....	7
Figura 4: identificação de produto irradiado e “radura	9
Figura 5: Categoria de aplicação de radiação em alimentos em alguns países.....	12

LISTA DE ACRÓNIMOS/SIGLAS

OMS- Organização Mundial da Saúde

IAEA- Agência Internacional de Energia Atômica

FAO- Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura

FDA- Food and Drug Administration

USDA- Departamento de Agricultura dos Estados Unidos

JECFI- Joint Expert Committee on Food Irradiation

Gy- Gray Bq (Becquerel, número de desintegrações por segundo)

NASA- Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço

BPF- Boas Práticas de Fabricação

APPCC- Sistemas de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controlo

CNEN - Comissão Nacional de Energia Nuclear

SBPR - Sociedade Brasileira de Proteção Radiológica

CBE - Companhia brasileira de esterilização

EMBRARAD – Empresa Brasileira de Radiações

ANVISA - Nacional de Vigilância Sanitária

INTRODUÇÃO

O uso das radiações ionizante é importante para imagens e diagnóstico de doenças, mas também se faz necessário em outras aplicações, tais como, aplicação industrial, tornando importante na aplicabilidade em alimentos. A tecnologia de irradiação no contexto alimentar atua eficazmente na busca pela redução do desperdício e é bom na conservação, cuidado e combate de perdas por procedimentos microbianos dos alimentos; no entanto, ainda precisa de desmistificação e intensa disseminação de vantagens atrativas por parte da mesma. Existem preocupações pela qualidade e a segurança alimentar, unificada pela crescente procura por alimentos dotados de características mais próximas dos naturais, constitui o pilar das incessantes pesquisas incluídas na temática alimentar¹.

Com a necessidade de manter a durabilidade, evitar o brotamento e a diminuição das perdas dos alimentos nos processos de importação e exportação, bem como no acondicionamento em depósitos, a radiação em alimentos é considerado um método seguro e possui diversas vantagens, divergindo as informações referentes à contaminação e radiação relacionadas ao câncer e contaminação pelo alimento irradiado. Com as novas tecnologias associado à radiação em alimentos em escala industrial, fazem com que os produtos irradiados sejam bem competitivos e não percam em nada em comparação com os que não são, mas que, perecem mais cedo nas prateleiras tornando-se impróprios para o consumo, como por exemplo: carnes, frutas, hortaliças e grãos².

Com as poucas informações aos consumidores a respeito da radiação em alimentos e seus benefícios, a desinformação predomina entre essa área, se os produtos irradiados causam câncer ou são prejudiciais à saúde. Com a grande perda de alimentos na indústria por causa de transporte e acondicionamentos inadequados essa prática tem se tornado cada vez mais utilizada³. De acordo com esse levantamento a pergunta que norteia a presente pesquisa é: como sanar a desinformação a respeito da irradiação em alimentos para o consumidor final? Na atualidade as informações estão muito dinâmicas, com a utilização da

internet, redes sociais e sites, as notícias se propagam muito rápido e esse pode ser o mecanismo para diminuição da desinformação sobre a radiação em alimentos, trazendo conhecimento sobre os benefícios para a saúde das pessoas e para a evolução na indústria e agricultura de um país⁴.

Pode-se citar algumas vantagens da irradiação em alimentos no processo de conservação, permitem que os produtos sejam irradiados congelados ou resfriados, em pequenas ou grandes quantidades, dentro ou fora de embalagens, assim aumentando sua vida útil⁴. A irradiação de alimentos é um processo ambientalmente seguro e eficaz, que colabora para a segurança do alimento e o combate ao desperdício, fazendo com que os alimentos irradiados durem mais nas prateleiras⁵. O objetivo desse trabalho é trazer entendimentos e informações sobre a radiação em alimentos no Brasil, tais como seus benefícios, utilização, equipamentos e sua evolução na indústria brasileira, com o fim de descrever seus processos, regulamentações, bem como sua história, segurança, tipo de radiação utilizada e aplicabilidades, além de conhecer qual tipo de radiação é utilizado e seu marco na indústria como também identificar nas embalagens os produtos irradiados com radiação ionizante⁵.

Diante de todo contexto, o objetivo desta pesquisa é trazer a importância e conhecimento da radiologia dentro de outras áreas afins, tendo como base a radiação ionizante, que traz como grande aplicação nas áreas não somente da saúde mais também na parte da indústria, que requer a adaptação e concentração das radiações ionizantes para irradiar alimentos, uma das partes aplicável da radiologia industrial. Contudo, demonstrar através das pesquisas a importância da aplicação das radiações nos alimentos.

MÉTODOS

Para a realização deste estudo, foram realizadas pesquisas em livros, artigos científicos e teses, dissertação de mestrado e monografias, que trouxeram relevância a respeito do tema abordado. A metodologia de pesquisa para esta pesquisa está baseada no método qualitativo investigacional.

As bases de dados escolhida para esta pesquisa foram, LILACS - Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde. MEDLINE - Literatura Internacional em Ciências da Saúde. PAHO - Acervo da Biblioteca da Organização Pan-Americana da Saúde. WHOLIS - Sistema de Informação da Biblioteca da OMS e SciELO - Scientific Electronic Library Online. Todas as bases de dados utilizadas para esta pesquisa tiveram grande acréscimo para este estudo, levando em conta a qualidade, responsabilidade e importância que existem dos autores que no texto foram citados. Quanto a busca por ano de publicação, foram dados preferência aos últimos 10 anos, ondem trouxeram aspectos gerais na pesquisa em questão.

DESENVOLVIMENTO

- **Sobre irradiação em alimentos**

A irradiação de alimentos é um processo de conservação os quais recebem doses controladas de radiação ionizante, para eliminação de insetos ou redução de microrganismos que contribuem para deterioração e comprometem a segurança do alimento. Este método acontece através da exposição do alimento já embalado em embalagens plásticas ou de papel e a granel. Podem ser utilizadas fontes de radioisótopo Cobalto 60 (^{60}Co), Césio-137, raios X e feixe de elétrons, sendo o raio gama a fonte mais utilizada, por causa do seu alto poder de penetração⁶.

O uso da irradiação de alimentos inibe o brotamento, evita e atrasa a maturação, esteriliza, desinfecção de insetos e parasitas, redução da carga microbiana e inativação de fungos, ou eliminação de bactérias que podem provocar doenças que vão desde uma infecção simples, como espinhas e furúnculos, até as mais graves, como pneumonia, meningite, endocardite, síndrome do choque tóxico e septicemia, entre outras (*Staphylococcus aureus*, *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*) e assim contribuindo com o controle fitossanitário quarentenário, evitando que alimentos fiquem muito tempo esperando ser liberadas em portos e aeroportos⁷.

- **Surgimento e aplicabilidade no Brasil**

Com a descoberta do raio-x por Roentgen em 1895 e da radioatividade por Becquerel em 1896, deram início as primeiras pesquisas na área de irradiação de alimentos. A primeira patente sobre tratamento de alimentos feito com raios alfa, beta e gama oriundo de substância radioativa foi registrada em 1905 e foram realizadas inicialmente em cereais^{6,7}.

Entre 1965 e 1970, o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) e A Food and Drug Administration (FDA) analisaram a qualidade e a segurança dos alimentos irradiados por um longo período de tempo e

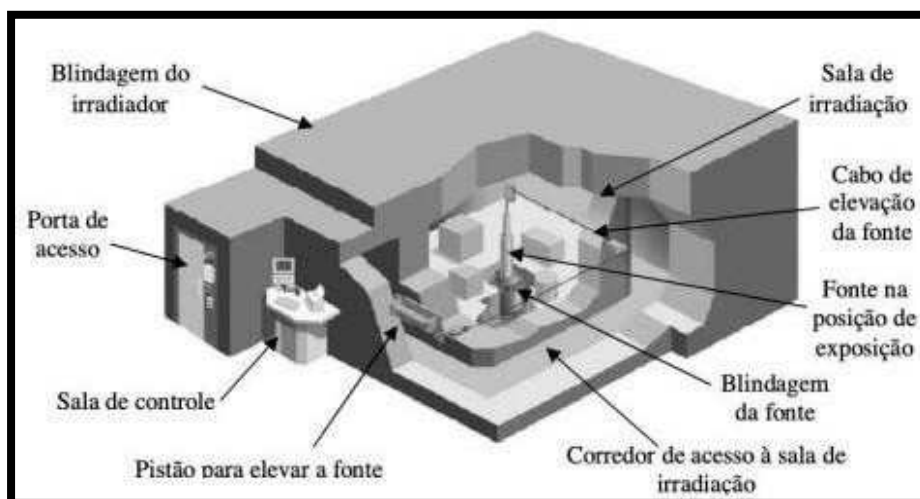
posteriormente, a OMS, em acordo com a FAO e a IAEA, juntamente com a Joint Expert Committee on Food Irradiation (JECFI), passaram a avaliar⁷.

Em 1957 na Alemanha foi realizada a primeira utilização comercial de alimentos irradiados, utilizando um feixe de elétrons por uma indústria de especiarias, com a finalidade de melhoramento da qualidade higiênica dos seus produtos, contudo, os organismos de saúde de muitos países ficaram receosos em aprovar a comercialização de produtos irradiados, devido a poucos estudos nesta área⁸.

Desde a descoberta da radiação em alimentos, os desempenhos são crescentes, assim como mais de 50 países o Brasil adotou esse mesmo método em busca de melhorias na saúde, tanto no coletivo como no individual. Na década de 50 foram realizados os primeiros estudos no Brasil, pela energia nuclear na agricultura (cena\USP,2019), porém, só na década de 60 foi devidamente regulamentada, por meios de leis, decretos e normas^{8,9}.

O primeiro irradiador comercial foi implantado em São Paulo pela EMBRARAD em 1980, logo depois em 1999 o mesmo inaugurou seu segundo irradiador, em seguida a companhia brasileira de esterilização (CBE)⁵. A figura 1 mostra a estrutura dos irradiadores gama para pesquisa¹⁰.

Figura 1- Irradiadores gama, para pesquisa de alimentos e industriais



Fonte: Embrarad¹¹, (2022)

Uma data muito importante para a irradiação de alimentos foi em 1970, ano em que A NASA iniciou o procedimento. Essa tecnologia em dez anos vem sendo controlado pelo Ministério da Agricultura, e desde aquela década é o maior registro de pesquisa. Contudo, a partir de agora, a comida deve apresentar autorização de irradiação¹². Figura 2.

Figura 2- Irradiação de alimentos, devidamente registrado por meio do Ministério da agricultura

Ano	Acontecimento
1905	Primeira patente para o uso de radiação ionizante em alimentos com pestes
1920	Uso da radiação por cientistas franceses para preservar os alimentos
1921	Patente para uso de Raios X para matar <i>Trichinella spiralis</i> em carne
1940	Testes para o uso da irradiação em alimentos comuns pelo Departamento Norte-americano do Exército
1958	Definição da fonte de irradiação para o uso em processamento de alimentos
1963	Uso da irradiação aprovada para o controle de insetos em trigo
1964	Aprovação do uso da irradiação para estender a vida de prateleira de batatas
1966	Departamento Norte-americano do Exército e o Departamento Norte-americano de Agricultura fizeram uma petição para aprovar a irradiação em presunto
1970	Irradiação é adotada pela NASA para esterilizar alimentos para o programa espacial
1980	Transferências do programa de irradiação de alimentos do Departamento Norte-americano do Exército para o Departamento Norte-americano de Agricultura
1983	Aprovado o uso de irradiação em especiarias e legumes secos para matar insetos e bactérias
1985	Irradiação, em baixas doses, foi aprovada para controlar a <i>Trichinella</i> na carne de porco
1986	Irradiação em frutas e legumes foi aprovada para controlar insetos e promover a maturação
1990, 1992	Irradiação para o uso avícola no controle da <i>Salmonella</i> e outras bactérias foram aprovadas pela FDA e USDA, respectivamente
1997	Irradiação foi aprovada para o uso em carne de boi e outras carnes
2000	Permissão do uso da irradiação em carne crua e seus subprodutos refrigerados e congelados e em ovos para controlar a <i>Salmonella</i>

Fonte: Rodrigues Junior¹³, (2022)

A irradiação tem suas vantagens, ela destrói microrganismos patogênicos e deteriorantes que estão presentes nos alimentos, portanto, maior segurança, garantia de alimentos próprios para o consumo humano e redução de perda devido à deterioração¹⁴. Aplicação da irradiação para conservação dos alimentos são métodos válidos e recomendados para utilização em plantações e até mesmo em indústrias de alimentos mundiais¹⁵. Neste sentido traz a competência dos resíduos após o processamento, sendo que a radioatividade permanece nos alimentos sem efeitos adversos na qualidade nutricional, e para tal existem instalações requisitadas para utilização deste fim¹⁶. Figura 3, as instalações que foram autorizadas pela Comissão Nacional de Energia Nuclear.

Figura 3- Instalações autorizadas com fonte radioativas para alimentos no Brasil

Comissão Nacional de Energia Nuclear				
Instalações Autorizadas				
Irradiação por Fonte - Posição em 25/06/2022				
Matrícula	Instituição	Cidade	UF	Autorização
14475	BIOFÁBRICA MOSCAMED BRASIL - BIOMOSCAMED	JUAZEIRO	BA	20/10/2023
14123	CDTN - LABORATORIO DE IRRADIAÇÃO GAMA	BELO HORIZONTE	MG	30/11/2022
13300	COMPANHIA BRASILEIRA DE ESTERILIZAÇÃO - CBE	JARINU	SP	30/04/2023
10219	JOHNSON & JOHNSON DO BRASIL IND. E COM. DE PRODUTOS PARA SAÚDE LTDA	SÃO JOSÉ DOS CAMPOS	SP	30/09/2023
13533	UNIDADE DE ESTERILIZAÇÃO COTIA LTDA. - CÉLULA A	COTIA	SP	30/08/2023
10202	UNIDADE DE ESTERILIZAÇÃO COTIA LTDA. - CÉLULA B	COTIA	SP	30/08/2022
Matrícula	Instituição	Cidade	UF	Autorização
13716	ACOME DO BRASIL LTDA	IRATI	PR	30/04/2024
14914	ANTILHAS EMBALAGENS EDITORA E GRÁFICA S.A	SANTANA DE PARNAÍBA	SP	30/07/2024
16492	BRIDGESTONE DO BRASIL INDUSTRIA E COMERCIO LTDA	CAMACARI	BA	30/04/2023
17093	CIA BRASILEIRA DE METALURGIA E MINERAÇÃO	ARAXÁ	MG	30/08/2024
15527	COMPANHIA BRASILEIRA DE ESTERILIZAÇÃO	JARINU	SP	30/04/2023
17612	CONTINENTAL DO BRASIL PRODUTOS AUTOMOTIVOS LTDA	CAMACARI	BA	30/06/2022
15301	CRYOVAC BRASIL LTDA. - UNIDADE JAGUARIUNA	JAGUARIUNA	SP	30/05/2023
16219	GOODYEAR DO BRASIL PRODUTOS DE BORRACHA LTDA.	AMERICANA	SP	30/09/2022
15679	IPEN-LABORATORIO DE FONTES INTENSAS DE RADIAÇÃO	SÃO PAULO	SP	04/07/2022
14465	ITAP BEMIS CENTRO OESTE - INDÚSTRIA E COMERCIO DE EMBALAGENS LTDA	RONDONÓPOLIS	MT	30/11/2023
15289	MEGA EMBALAGENS LTDA.	SALVADOR DO SUL	RS	30/05/2023
15417	SOCIEDADE MICHELIN DE PARTICIPAÇÕES, INDUSTRIAIS E COMÉRCIO LTDA	RIO DE JANEIRO	RJ	30/04/2024
15683	SUMITOMO RUBBER DO BRASIL - SUMITOMO	FAZENDA RIO GRANDE	PR	31/08/2024
17535	TOTAL FLEX INDÚSTRIA DE EMBALAGENS LTDA.	JEQUIÊ	BA	30/12/2022
15341	VALFILM MG INDÚSTRIA DE EMBALAGENS LTDA	LÓRENA	SP	31/08/2024
16565	VIDEPLAST IND DE EMBALAGENS LTDA	VIDEIRA	SC	30/11/2022

Fonte: CENEN¹⁷, (2022)

Existem diversos avanços, mas o investimento de novas construções de indústrias em radiação alimentar é mínimo, apesar de suas positivities como a diminuição de desperdícios e a melhoria da saúde em relação a surtos causados por alimentos contaminados¹⁸. No Brasil o uso maior é pelo uso de agroquímicos e inseticidas, causando resistência em microorganismos e insetos¹⁹.

Um dos principais motivos de pouco investimento para radiação alimentar no Brasil é a desinformação e escassez de irradiadores, causando grande impacto na alimentação, podendo visar sua expansão no comércio internacional, já que o Brasil é o terceiro maior produtor de frutas do mundo, causando aumento nas exportações, já que aumentaria a durabilidade dos alimentos²⁰.

- **Normas e regulamentações no Brasil**

O uso da radiação em alimentos está respaldado em argumentos técnicos e na legislação específica. No Brasil, a legislação vigente, promulgada pela agência nacional de vigilância sanitária (ANVISA) que seguem normas internacionais propostas pelo Codex Alimentarius da Organização das Nações Unidas (ONU),

Food and Agriculture Organization (FAO) e a International Atomic Energy Agency (IAEA). Em 1973, foi publicado o decreto presidencial nº 72.718, que estabeleceu as normas gerais e a resolução que regulamenta o emprego de radiação em alimentos no Brasil com a RDC 21/2001, resolução que regulamenta o emprego de radiação em alimentos no Brasil, estabelecendo que as fontes de radiação utilizada devam ser as autorizadas pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN)²¹.

Os alimentos irradiados, necessitam ser observados quanto aos limites mínimos e máximos da dosagem aplicadas. A técnica foi introduzida na legislação sanitária do Brasil no Decreto-Lei nº 986/PR, de 21/10/1969, tendo como objetivo a defesa e a proteção da saúde individual e coletiva, que legislava também a rotulagem dos alimentos irradiados²².

A dose mínima deve ser suficiente para alcançar a finalidade esperada; a máxima, inferior àquela que comprometeria as propriedades funcionais e/ou atributos sensoriais do alimento. Esta resolução também estabelece que, na parte principal do rótulo dos alimentos irradiados, deve conter a frase “Alimento tratado por processo de irradiação”, em letras de tamanhos não menores a um terço do da letra de maior tamanho nas descrições de rotulagem²³.

Produtos irradiados, utilizados como ingredientes em outro alimento, deverão ser declarados na lista de ingredientes, entre parênteses, após seu nome, como no exemplo na (figura 3). Nos alimentos vendidos a granel, é determinada a fixação de faixa ou cartaz com a indicação “produto tratado por irradiação” e/ou com o símbolo da irradiação, que é a radura²⁴.

Internacionalmente o alimento submetido a esse tipo de procedimento pode ser identificado por escrito ou pode ser usado o símbolo “radura” que é símbolo exclusivo utilizado para identificar os produtos irradiados com radiação ionizantes nas embalagens. No entanto, no Brasil, o símbolo só pode ser utilizado se acompanhado da escrita, pois apenas o segundo faz parte na legislação vigente e também por causa do desconhecimento das pessoas sobre o significado²⁵.

Figura 4- identificação de produto irradiado e “radura



Fonte: Dioxide, INDÚSTRIA QUÍMICA²⁵, (2022)

- **Tipo e aplicabilidade de doses**

As doses de irradiação são expressas em kGy (quilo Gray), anteriormente era expressa em rad, que corresponde a 100 rad e o Gy corresponde a Joule por quilograma (j/kg), essa unidade foi adotada em 1975 para homenagear Louis Harol Gray (1905 a 1965), que foi uns dos pioneiros da medicina, biologia e da física radiológica. Essas doses podem ser subdivididas em três categorias: baixa dose; dose média e dose alta²⁵.

A Radurização é o uso de baixas doses até 1 kGy permite eliminar insetos, larvas e ovos, permitindo estender em vários meses o tempo de conservação de batatas e cebolas por inibição do brotamento e nas frutas inibe o amadurecimento em semanas (manga, mamão, melão, banana, goiaba). A Radiação ou Radiopasteurização consiste em doses intermediárias (entre 1 e 10 kGy) propicia a melhoria da qualidade higiênica e o prolongamento da vida útil de vários produtos, por redução da carga microbiana; dentre várias outras bactérias perigosas²⁶.

Normalmente utilizada em peixes, amendoim, carnes bovina e suína, frangos, frutos do mar e crustáceos. No entanto, algumas bebidas também podem ser envelhecidas com o uso de doses intermediárias de radiação utilizando efeitos da baixa dosagem de irradiação em

oposição ao respectivo controle para diminuir a quantidade de microrganismos patogênicos^{27, 28}.

A Radapertização, doses iguais ou superiores a 10 kGy são usadas na descontaminação de especiarias e condimentos por que dessa dosagem, como por exemplo, a pimenta do reino, na esterilização de rações especiais para militares e pacientes com imunidade baixa. Os astronautas da NASA, por exemplo, consomem refeições esterilizadas por radiação gama, as quais, mantidas em embalagens apropriadas conforme Quadro 2, no qual permanecem apropriadas para o consumo por um período de até cinco anos²⁹.

Quadro 2. Efeitos da radiação gama em alimentos tratados no CTEEx (RJ).

Classificação da dose de irradiação	Objetivos	Faixas de dose (kGy)	Gêneros Alimentícios
Doses Baixas (Até 1kGy)	Inibição da germinação	0,05-0,15	Batata, cebola, alho, gengibre
	Desinfestação de insetos e desinfecção de parasitas	0,15-0,5	Grãos, legumes, frutas frescas ou secas, peixe seco, carne de vaca, carne de porco crua
	Inibição de processos físicos como retardo de amadurecimento	0,5-1,0	Frutas e vegetais frescos
	Extensão do tempo de armazenamento pela redução da carga microbiana	1,0-3,0	Peixe fresco, morangos
Doses Médias 1 a 10 kGy	Eliminação de micro-organismos patogênicos e redução de patógenos esporulantes	1,0-7,0	Frutos do mar frescos ou congelados, carne de frango ou de vaca, crua ou congelada
	Melhoria das propriedades tecnológicas dos alimentos	2,0-7,0	Aumento do rendimento do suco de uva, redução do tempo de cocção de vegetais desidratados
Doses Altas 10 a 50 kGy	Esterilização industrial com propósito comercial	30-50	Carne de vaca e de frango, frutos do mar, dietas hospitalares
	Descontaminação de certos ingredientes e aditivos alimentares	10-50	Especiarias e preparações enzimáticas

Fonte: Adaptado: URBAN, W. M. **Food irradiation**²⁹. Academic Press, INC. 1986. 351 p.

Acessoem: (Junho/2022)

- **Vantagens e Desvantagens em irradiar em alimentos**

No procedimento de irradiação podem ocorrer alterações químicas mínimas, semelhante as que ocorrem em outros processos de conservação de alimentos convencionais, sendo consideradas para a Organização Mundial da Saúde (OMS) alterações imperceptíveis, que não apresentando perigo ou prejudiciais à saúde humana ou de animais³⁰.

A irradiação em alimentos é utilizada em cerca de 50 países, Europa, Ásia, África, Oceania, América Central, do Norte e América do Sul, anualmente são irradiados mais de 700 mil toneladas de alimentos em todo o mundo e os principais países são Estados Unidos e China, sendo os principais benefícios: Inibir o brotamento de raízes; Retardar o amadurecimento de frutas e vegetal, aumentando a vida de prateleira do alimento; Reduzir microrganismos patogênicos Controle fitossanitário e quarentenário, aumentar a qualidade higiênica e a competitividade de nossos produtos agropecuários no mercado nacional e internacional e entre outros ³¹.

- **Resultados e o Futuro da Irradiação em alimentos.**

A utilização da radiação no processo de esterilização e prolongamento da vida útil dos alimentos poderá ser uma solução para a diminuição dos agrotóxicos, essa técnica está sendo pouco explorada, não por falta de interesse das indústrias, mas pelo fato de que para implantar irradiadores o custo é muito alto. A irradiação de alimentos proporciona vantagem em todos esses quesitos, com a vantagem que, uma vez instalados esses irradiadores, o custo desta técnica no longo prazo é bastante baixo, comparado a outros métodos que trazem prejuízos a saúde e ao meio ambiente³².

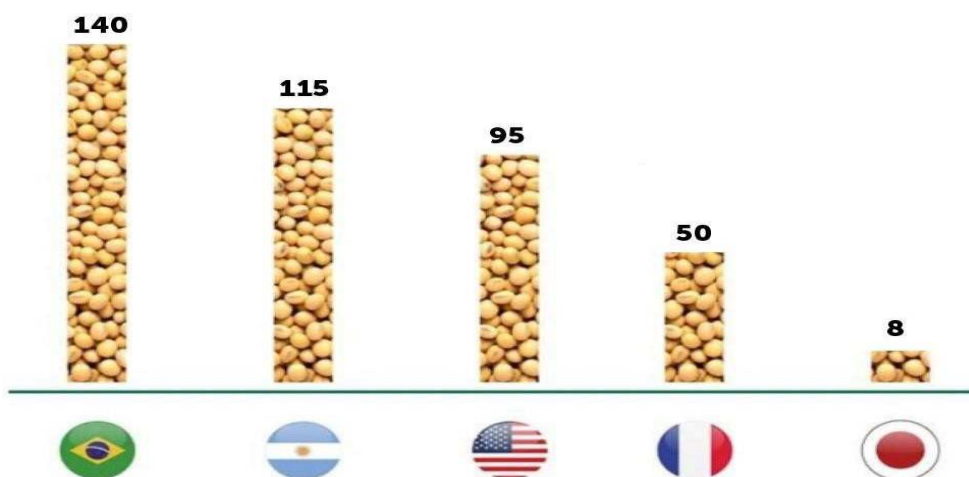
O investimento em propaganda e divulgações sobre as técnicas de irradiar alimentos para o controle fitossanitário e de melhoramento dos produtos e exportações para outros países, trará um panorama promissor, mais ainda há uma barreira muito grande entre levar a informação correta aos consumidores sobre alimentos irradiados e alimentos radioativos e desvincular os acidentes nucleares com a radiação utilizadas nos procedimentos, será um desafio³³.

RESULTADOS

Como não se beneficiar de um procedimento que trará qualidade de vida, saúde e desenvolvimento econômico para o país? É demonstrando através de trabalhos científicos, usando a internet, ou seja, levar informações confiáveis e com embasamentos concretos. Contudo, falar sobre a radiação em alimentos traz mais conhecimentos para as empresas de pequeno e grande porte nas áreas de exportação e distribuição de alimentos. Assim, a participação de profissionais de saúde, como os nutricionistas, é muito importante quando se trata de orientação e por fim os consumidores finais, que elevam seus conhecimentos para melhor implementar a satisfação e controle de qualidade desses produtos³⁴.

No Brasil, as autoridades competentes dos alimentos são regulamentadas e fiscalizadas por: Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). A irradiação de alimentos no Brasil está devidamente regulamentada por meio de leis, decretos e normas desde a década de 60 emitido por diferentes entidades. Muito progresso foi feito nas últimas décadas, e atualmente a irradiação de alimentos amplia possibilidades de controle do comércio entre países *Fitossanitário* de quarentena, sendo o Brasil um dos países mais completos na aplicação de radiação em alimentos³⁵. Figura 4

Figura 5- Categoria de aplicação de radiação em alimentos em alguns países, incluindo o Brasil, onde se tem mais industrias segundo autor.



Fonte: Levy³⁵, (2018)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

No final do século XX (1980), o Brasil começou sua evolução na indústria de alimentos irradiados, gerando experimentos e atento a novas tecnologias e procedimentos para melhoramento e aperfeiçoamento na importação de itens perecíveis, tornando-os mais competitivos e adequando a normas internacionais. Por ser um país de grande capacidade de produção agrícola e de alimentos, pode-se nos beneficiar num futuro próximo das técnicas da irradiação em alimentos e tornarmos uns dos maiores exportadores dessas mercadorias e produto, como também, tentar em resolver um problema interno de desperdício de alimentos nos grandes centros de distribuição de frutas e legumes, aumentando a vida útil e eliminando bactérias prejudiciais à saúde. Em outra análise, há um longo caminho para levar informações aos consumidores sobre esses procedimentos, desmitificando a desinformação sobre a contaminação por radiação em relação aos procedimentos de irradiar alimentos, que é totalmente seguro as pessoas.

Levando as informações corretas aos consumidores, utilizando as ferramentas que temos atualmente que são: internet; site; whatsapp e propaganda em televisão, demonstrando os benefícios diretos e indiretos dessas novas inovações utilizando a radiação em alimentos, terão uma melhor amplitude e atingir vários públicos, como profissionais de saúde e pessoas comuns que consomem até sem saber a vários anos produtos que já passam por essas técnicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 Anjos, Isabela Silva dos. **O uso da radiação ionizante na conversação dos alimentos para o controle de qualidade:** 2021. <https://scholar.google.com.br> Acesso em 26 maio 2022.
- 2 Silveira, LG, ASCOM. **Irradiação de alimentos:** descubra tudo sobre a técnica radiológica, 2022. <https://www.conter.gov.br/site/noticia/entrevista-05-04-2022>. Acesso em 26 abr 2022.
- 3 JUNIOR, MF. **Árvore do conhecimento: tecnologia de Alimentos – Radiação.** Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT000fjlb22hl02wyiv80sq98yq94hs31y.html Acesso em 18 abr. 2022.
- 4 Silveira, PL; PINHAL JR, P. **O uso da radiação na conservação dos alimentos.** UNILUS Ensino e Pesquisa, v. 13, n. 30, p. 241, 2016. <https://revista.unilus.edu.br> Acesso 20 junho 2022.
- 5 Levy, Denise S.; SORDI, Gian Maria Agostino Angelo; VILLAVICENCIO, Anna Lucia Casanas Haasis. **Construindo pontes entre ciência e sociedade: divulgação científica sobre irradiação de alimentos.** Brazilian Journal of Radiation Sciences, v.6,n.1, 2018. <https://www.brazilianjournals.com> Acesso 23 junho 2022.
- 6 Gomes, KCMS. **Conservação de alimentos por exposição à radiação ionizantes.** Universidade de Lisboa, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ul.pt/handle/10451/53285> Acesso: 26 maio 2022.
- 7 Souza S, Carem C, Fontainha P. Souza S, Carem C, Fontainha P. **Uso da radiação gama nos alimentos para o combate à escherichia coli.** Pontifícia Universidade Católica de Goiás; 2014. Pontifícia Universidade Católica de Goiás; 2014. <https://www.pucgoias.edu.br>

- 8 , K. C. M. S. (2020). **Conservação de alimentos por exposição à radiação ionizante** (Doctoral dissertation).
- 9 Levy, D., SORDI, G., & VILLAVICENCIO, A. **Irradiação de alimentos no Brasil**. *Brazilian Journal of Radiation Sciences*. Acesso em: 2022
- 10 Brasil. (ANVISA). **Resolução RDC n. 21, de 26 de janeiro de 2001**. Aprova o Regulamento Técnico para Irradiação de Alimentos. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2001.
<https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2001> acesso 29 mais 2022.
- 11 Brasil. Leis, etc. **Decreto n. 72.718, de 29 de agosto de 1973**. Normas gerais sobre irradiação de alimentos. Brasília: Diário Oficial da República Federativa. <https://www.scielo.br/> . Acesso em: 2022
- 12 Bernardes, DML **Avaliação de métodos de identificação de especificidades e vegetais desidratados selecionados a gama**. Tese de doutorado, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo.1996. <http://pelicano.ipen.br/>. Acesso em Junho/2022
- 13 Chierentin, G. D. S. (2021). **Efeito da radiação gama em propriedades nutricionais e tecnológicas de sementes de chia** (*Salvia hispanica* L. (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- 14 Ehlermann, DAE. **Irradiação de alimentos. Engenharia e alimentos: processos de preservação e técnicas relacionadas**. Londres: **Rev.** Elsevier Applied Science, 1990. Acesso em: junho/2022.
- 15 Embrarad, **Irradiação de alimentos. Empresa Brasileira de Radiação**. Disponível em: Acesso em: 2022.
<https://www.jusbrasil.com.br/processos/nome/205165065/embrarad-empresa-brasileira-de-radiacao-ltda>

- 16 Rodrigues Junior, A. A. **Irradiadores industriais e sua radioproteção**, 2014. Disponível em: https://www.nucleorad.com.br/site/upload/livro-iirp_e-book-1493127041.pdf. Acesso em 20 jun/2022.
- 17 CNEN, Comissão Nacional de Energia Nuclear. **Instalações autorizadas**. 2022. <https://www.gov.br/cnen/pt-br>. Acesso 24 jun 2022.
- 18 Gomes, K. C. M. S. (2020). **Conservação de alimentos por exposição à radiação ionizante** (Doctoral dissertation)
- 19 Pacheco. N.H. dos. R. **IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS: UM ESTUDO DE CASO**. Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho, da Diretoria de Pós-Graduação, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2013.
- 20 CENEN. **Comissão Nacional de Energia Nuclear**. <https://www.gov.br/cnen/pt-br>, Acesso em: junho/2022
- 21 Lima, L. M. P. R. (2022). **Utilização da radiação ionizante para a preservação e conservação de amostras botânicas- exsiccatas** (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- 22 Levy, D., Sordi, G. M., & Villavicencio, A. L. C. (2020). **Irradiação de alimentos no Brasil: revisão histórica, situação atual e desafios futuros**. *Brazilian Journal of Radiation Sciences*, 8(3).
- 23 Rodrigues, G. V. (2019). **Panorama e perspectivas do uso de irradiação na conservação de alimentos**.
- 24 Albano, A. M. S., & Arthur, V. **Efeito da radiação gama na inibição da germinação de ervilha in natura** (*Pisum sativum* L). Acesso em: 2022
- 25 Dioxide, INDÚSTRIA QUÍMICA. **Ficha Técnica de Produto**. Dioxiplus. Disponível em: Acesso Junho/ 2022.

- 26 Júnior, A. D. A. R. **Errata e Adendos ao livro: Irradiadores industriais e sua radioproteção**. Autor: Ary de Araújo Rodrigues Júnior Editado pelo autor em 2014 Ano dessa errata e dos adendos: 2019.
- 27 Gallo, J. M. A. S. (2018). **Avaliação da percepção de participantes do Banco de Alimentos da Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo sobre o processo de irradiação de alimento**. Divulgação do tratamento de alimentos por radiação ionizante: desenvolvimento de questionário e análise sensorial (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).
- 28 Urban, W. M. **Food irradiation**. Academic Press, INC. 1986. 351 p.
Acesso em: (Junho/2022)
- 29 Loro, A. C., Botteon, V. W., Aranha, J. B., Negri, T. C., Spoto, M. H. F., & Mastrangelo, T. (2018). **Radiação Ionizante na Agroindústria: Revisão sobre as Vantagens, Efeitos e Possibilidades de Uso em Alimentos de Origem Vegetal no Brasil**. *RECEN-Revista Ciências Exatas e Naturais*, 20(2), 42-59.
- 30 VARELA, B., TRESINARI, B., ROSSI, M., PIRES, N., PIRES, M., VASQUEZ, P., & JURKIEWICZ, C. **Aplicação do processo de irradiação com raios gama na conservação de fécula de mandioca hidratada**.
Acesso em: 2022
- 31 VARELA, B., TRESINARI, B., ROSSI, M., PIRES, N., PIRES, M., VASQUEZ, P., & JURKIEWICZ, C. **Aplicação do processo de irradiação com raios gama na conservação de fécula de mandioca hidratada**.
Acesso em: 2022
- 32 Santos, M. P. D. (2020). **Contribuição da irradiação de alimentos para a economia: uma revisão de literatura**.

- 33 Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. **Resolução RDC nº 295, de 29 de julho de 2019.** Dispõe sobre os critérios para avaliação do risco dietético decorrente da exposição humana a resíduos de agrotóxicos, no âmbito da Anvisa, e dá outras providências. Acesso em: 2022.
- 34 Guimarães L. S. **O desafio da aceitação pública da energia nuclear.** in Revista Marítima Brasileira Volume 135 n. 10/12 pp.115-116, 2015.
- 35 Levy, D., Sordi, G.M.A.A., Villa vicencio, **A. Construindo pontes entre ciência e sociedade: divulgação científica sobre irradiação de alimentos.** in Brazilian Journal of Radiation Sciences, Vol 6, No1, 2018.