



**FACULDADE LOGOS
CURSO DE RADIOLOGIA**

JONATAS LIONEL DA SILVA

ELIAS DE CASTRO SILVA

**IRRADIAÇÃO ALIMENTAR ALIADA CONTRA O DESPERDÍCIO DE
ALIMENTOS NO BRASIL**

Novo Gama

2020

JONATAS LIONEL DA SILVA

ELIAS DE CASTRO SILVA

**IRRADIAÇÃO ALIMENTAR ALIADA CONTRA O DESPERDÍCIO DE
ALIMENTOS NO BRASIL**

Artigo apresentado para conclusão de curso da Faculdade Logos, Novo Gama/ GO, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Radiologia.

Orientador: Prof^a Andréa Pecce Bento

Novo Gama

2020

JONATAS LIONEL DA SILVA, ELIAS DE CASTRO SILVA. IRRADIAÇÃO ALIMENTAR ALIADA CONTRA O DESPERDÍCIO DE ALIMENTOS NO BRASIL.

Artigo para Conclusão de Curso apresentada à Faculdade Logos, do Novo Gama/GO para obtenção do título de Bacharel em Radiologia.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento _____ Assinatura _____

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento _____ Assinatura _____

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento _____ Assinatura _____

Prof. Dr. _____ Instituição _____

Julgamento _____ Assinatura _____

A Deus e aos nossos pais e familiares, que foram grandes incentivadores e que sempre acreditaram nos nossos sonhos.

AGRADECIMENTOS

À Prof.^a Dr.^a Andréa Pecce Bento, que nos meses de convivência, muito nos ensinou, por sua atenção e apoio durante o processo de definição e orientação contribuindo para nosso crescimento científico e intelectual.

À Faculdade Logos, pela oportunidade de realização do curso.

O temor do Senhor é o princípio do conhecimento;
mas os insensatos desprezam a sabedoria e a
instrução. (Provérbios 1:7).

(Bíblia sagrada)

IRRADIAÇÃO ALIMENTAR ALIADA CONTRA O DESPERDÍCIO DE ALIMENTOS NO BRASIL.

Jonatas Lionel da Silva
FALOG - Faculdade Logos
jonataslionels@gmail.com

Elias de Castro Silva
FALOG - Faculdade Logos
elias30castro@gmail.com

Dra. Andréa Pecce Bento
UnB - Universidade de Brasília
andrea@falog.edu.br

Resumo: Com o passar dos anos a tendência populacional é de crescimento, e com isso a demanda alimentar para sustentar mais pessoas vem aumentando, porém, sabe-se que grande parte desses alimentos são perdidos ou desperdiçados. Além da conscientização, a irradiação alimentar pode ser um grande aliado para que esses números se reduzam. Existe uma aversão com a palavra radiação e alimento isso acaba se tornando um obstáculo e faz com que esse método não seja tão comum no país. A pesquisa foi realizada por revisão da literatura, com o objetivo de esclarecer o processo de irradiação de alimentos, além de expor vantagens desse processo, como a destruição de microrganismos causadores de intoxicação alimentar; inatividade de parasitas presentes nos alimentos; duplicação e até triplicação, em alguns casos, do tempo de estocagem de alimentos, permitindo seu transporte por longas distancias. Os métodos usados para esses resultados foram estabelecer critérios para a inclusão e exclusão de artigos, seleção de amostras, definições de informações a serem extraídas dos artigos selecionados. Conclui-se que o desperdício de alimento existe em todo ciclo de abastecimento, verificou-se que o alimento tratado com irradiação não causa nenhum mal à saúde e que o processo de irradiação pode auxiliar no combate ao desperdício de alimentos no Brasil.

Palavras-chave: Perda, desperdício alimentar e irradiação de alimentos.

Abstract: Over the years, the population tendency is for growth, and with this the food demand to support more people has been increasing, however, it is known that most of these foods are lost or wasted. In addition to awareness, food irradiation can be a great ally for these numbers to be reduced. There is an aversion to the word radiation and food that ends up becoming an obstacle and makes this method not so common in the country. The research was carried out by reviewing the literature, in order to clarify the process of food irradiation, in addition to exposing advantages of this process, such as the destruction of microorganisms that cause food poisoning; inactivity of parasites present in food; doubling and even

tripling, in some cases, the food storage time, allowing its transport over long distances. The methods used for these results were to establish criteria for the inclusion and exclusion of articles, sample selection, definitions of information to be extracted from the selected articles. It is concluded that food waste exists in the entire supply cycle, it was found that the food treated with irradiation does not cause any harm to health and that the irradiation process can help in combating food waste in Brazil.

Keywords: Loss, food waste and food irradiation.

INTRODUÇÃO

A irradiação alimentar é uma técnica que vem despertando interesse em muitos pesquisadores nas últimas décadas, em constante crescente, porém pouco disseminado no Brasil. (1)

Vários alimentos são tratados pelo processo de irradiação tais como, grãos, carnes, frutas, tubérculos ou ainda especiarias. A irradiação de alimentos trata-se do processo de exposição de material de origem animal e/ou vegetal à radiação ionizante, que tem alto poder de penetração, oriundo tanto de uma máquina de feixes de elétrons como de fontes radioativas como ^{60}Co e ^{137}Cs , únicas consideradas para uso comercial. (1)

Além dos inúmeros problemas enfrentados no mundo e principalmente no Brasil como a violência e a desigualdade, surgiram também o desperdício e a perda de comida, seja por má qualidade de transporte, pelo fato da grande maioria ser carregado por frotas rodoviária, ou de alimentos armazenados de forma incorreta podendo ocasionar uma maior probabilidade de ampliação de fungos e bactérias reduzindo o tempo de vida do alimento.

Segundo relatório elaborado pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura, FAO (Food and Agriculture Organization), o desperdício de alimentos custa 750 bilhões de dólares no mundo, equivalente a um terço da comida em todo o planeta. (2)

Esta revisão de literatura tem como objetivo principal identificar como funciona o processo de irradiação de alimentos, tem como objetivo específico desmitificar sobre a irradiação em alimentos e expor as vantagens do seu uso visando para auxiliar no combate ao desperdício alimentar.

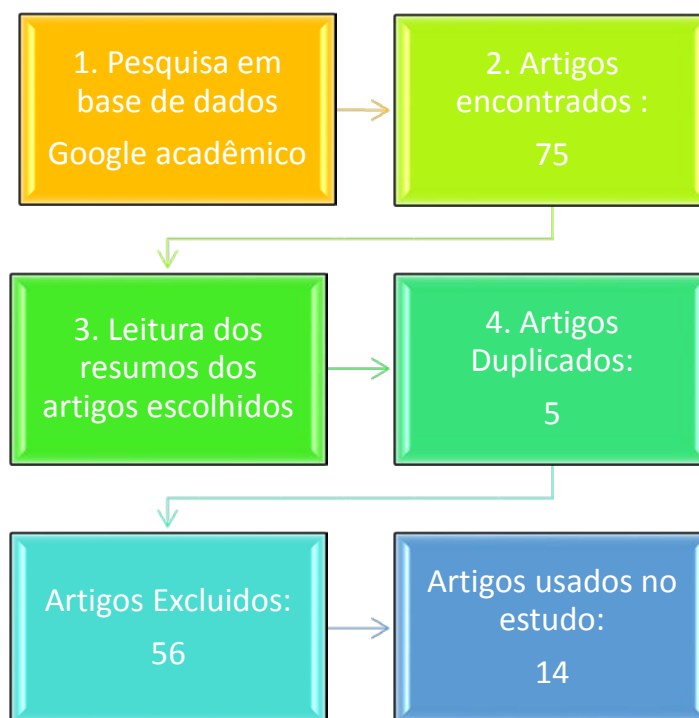
MATERIAL E MÉTODOS

Para a elaboração do presente trabalho as seguintes etapas foram percorridas: estabelecimento da hipótese e objetivos da irradiação de alimentos; estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão de artigos, seleção de amostra; definições das informações a serem extraídas dos artigos selecionados; análise dos resultados; discussão e apresentação de resultados nesse artigo.

Para guiar essa pesquisa, foram utilizadas algumas palavras chaves como: irradiação alimentar, desperdício no Brasil bem como suas causas, esterilização e conservação de alimentos. As plataformas de buscas utilizadas: Google acadêmico, livros, artigos de periódicos, dados da FAO.

Os critérios de inclusão dos artigos definidos para abordar a irradiação de alimentos foram: artigos publicados em português, inglês e espanhol.

Figura 1- Fluxograma



Fonte: Elaborado pelo autor, 2020.

DESENVOLVIMENTO

Desperdício

Com o passar dos anos a população vem crescendo e consequentemente a busca por suprimento alimentar também, segundo estimativa do IBGE a população brasileira chegou à marca de 211,8 milhões de habitantes em 1º de julho de 2020 com crescimento de 0,77% se comparado a 2019. (3)

Esse avanço trouxe também alguns problemas significativos como a violência o crescimento desordenado de grandes centros urbanos além do desperdício alimentar.

Segundo relatório elaborado pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura, FAO (Food and Agriculture Organization), o desperdício de alimentos custa 750 bilhões de dólares no mundo, equivalente a um terço da comida em todo o planeta. (2)

No que se refere a conceito, a terminologia perda ou desperdício, Caixeta destaca como alguma mudança na viabilidade, salubridade, comestibilidade, ou qualidade do alimento que o impeça de ser consumido por pessoas. (4)

Figura 2. Caminhos do Desperdício no Brasil.



Os desperdícios na sua grande maioria acontecem na fase final nos países mais ricos, já em países em desenvolvimento as perdas ocorrem no processo de produção e transportes de alimentos.

Irradiação de alimentos

A irradiação alimentar é uma técnica que vem despertando interesse em muitos pesquisadores nas últimas décadas. Em 1963 ocorreu a primeira autorização para irradiação de alimentos nos Estados Unidos, quando a Administração Federal de Alimentos e Drogas (FDA) aprovou o seu uso para o controle de insetos em trigo e farinha de trigo.

Trata-se do processo de exposição de alimentos embalados ou a granel, à radiação ionizante de acordo com tempo e os objetivos predeterminados, que tem o poder tem alto poder de penetração podendo haver modificação genética se aplicada a elevadas doses o que não ocorre na irradiação alimentar, pois a dose aplicada dentro da dose total média de 10 KGY (Quilograys) não chegam a induzir radioatividade nos alimentos (5).

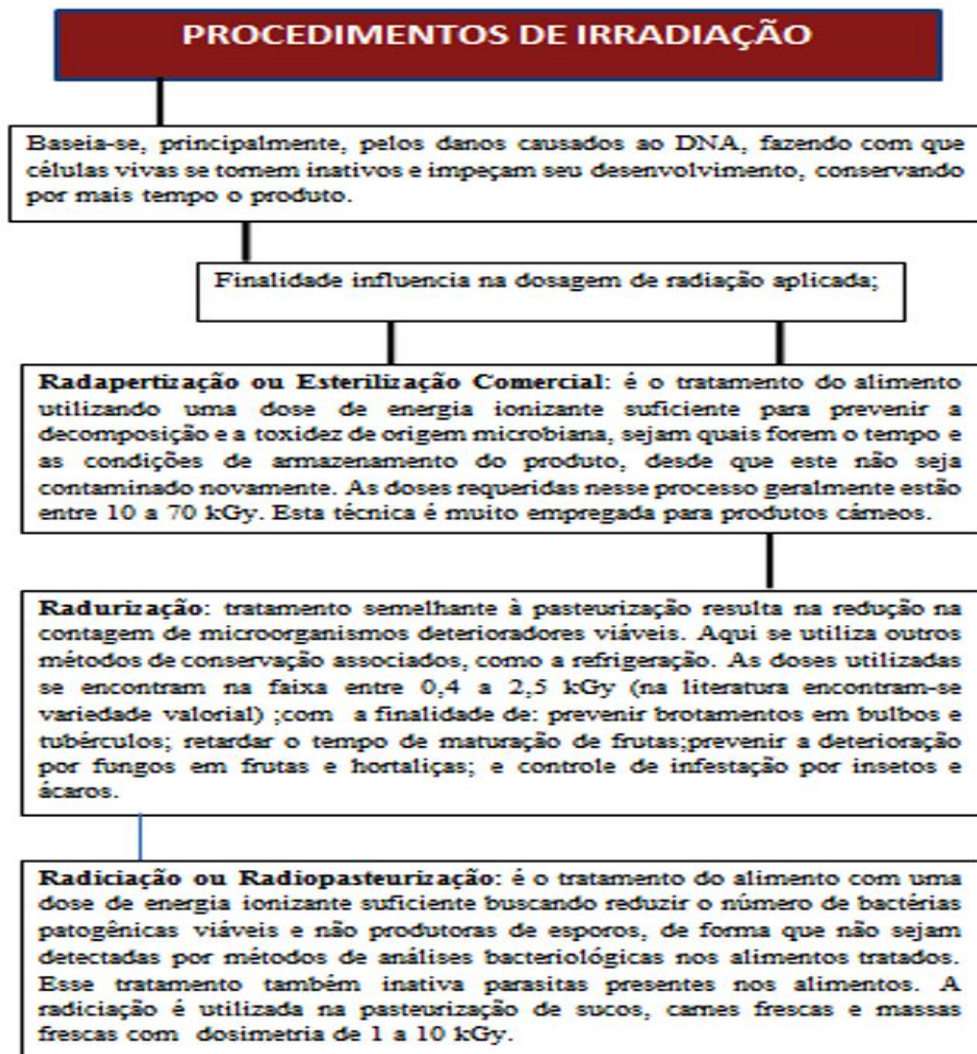
Para que este processo ocorra pode-se recorrer a algumas fontes de energia provenientes de raios-X (máquinas operadas com energia máxima de 5 MeV), acelerador de elétrons (máquinas com energia máxima de 10 MeV) ou ainda raios gama (emitidos pelos radionuclídeos ^{137}Cs e ^{60}Co). (6).

A escolha entre o método a ser empregado fundamenta-se nas características de cada procedimento, e quais objetivos pretendem ser alcançados e no aproveitamento total da potência da instalação. (6,7)

Para cada finalidade que se deseja alcançar, existe uma dose correta de radiação a ser aplicada no alimento. Dependendo da dosagem de radiações ionizantes submetida aos alimentos, o procedimento pode receber o nome: radapertização, radiciação ou radurização. (8)

Em todos os irradiadores, raios X, elétrons e raios gama oriundo de césio 137 ou cobalto 60, a carga utilizada é baixíssima, sendo quase nula a probabilidade de o alimento induzir radiação, resultando em mínimo o risco de contaminação e perigo à saúde.(9)

Figura 3. Procedimentos de Irradiação Alimentar



Fonte: Silva (10).

Figura 4. Radapertização em Produtos Cárneos.



Fonte: Godoy e Matta (11)

Figura 5. Radurização em Produtos Alimentícios.



Fonte: CTEx; Godoy e Matta (11)

Figura 6. Radiação em massa de pizza irradiada e não irradiada, do mesmo lote e mantidas sob as mesmas condições por 30 dias. A pizza não irradiada (imprópria para o consumo) apresenta manchas.



Fonte: USP/CENA ,2013.

Irradiação alimentar por fonte gama

O Cobalto 60 e o Césio 137, fontes de irradiação gama, com energia liberada pelos átomos de 1,33 MeV e 0,66 MeV, são as mais comuns no emprego da irradiação alimentar pela maioria das usinas sendo o ^{60}Co o mais aplicado por apresentar alta disponibilidade, ser insolúvel a água, possuir forma metálica, apresentar baixo custo quando comparado a outras fontes além de ter alto poder de penetração podendo ser usados em caixas cheias de alimentos estando frescos ou não. (12)

Por serem fontes de isótopos naturais, o homem não possui o controle da energia por elas liberadas nem tão pouco o desligamento das mesmas, por isso são mantidas blindadas em um tanque de água localizado abaixo da área de processo para permitir a aproximação do operador da máquina; quando o irradiador está em funcionamento ocorre a ascensão da fonte, sendo o alimento embalado transportado por uma esteira automática através do campo de irradiação de rota circular que permite maior simetria e eficácia do processo, como mostra a figura.(13)

Figura 7. Irradiação Gama por Cobalto -60.



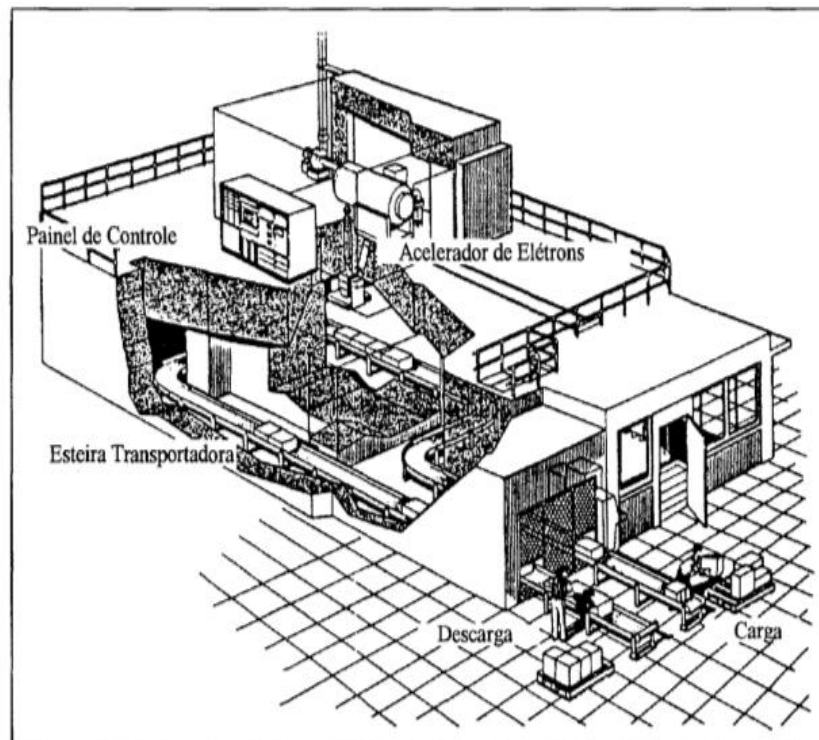
Fonte: Godoy e Matta (11).

Irradiação alimentar por aceleradores de elétrons

Os aceleradores de elétrons produzem feixes de elétrons de altas energias gerados por emissão termoiônica nos filamentos aquecidos que são injetados num tubo e carregados por uma onda estacionária. A onda portadora é originada por válvulas e introduzida na máquina por meio de guias de ondas. (10)

Se comparado com os raios gama e raios-x os elétrons não possuem alto poder de penetração. Sua aplicação em escala comercial consiste na esterilização de suprimentos médicos, embalagens de materiais, medicina nuclear (radioterapia), entre outras. Já na esfera da indústria alimentícia é aplicada para tratamento de grãos e rações animais. (12).

Figura 8. Sistema de Irradiação Alimentar por Acelerador de Elétrons



Fonte: Godoy e Matta (11).

Irradiação por raios-x

Os raios x se comparados com os feixes de elétrons gerado por aceleradores tem maior penetrabilidade já comparado aos raios gama originados do cobalto 60 possuem menor poder de penetração, podendo atravessar corpos objetos metálicos ou ainda alimentos com até 30 cm de espessura.

Os equipamentos de raios x não são utilizados para atender escalas comerciais somente para irradiação de alimentos com fins experimentais. (10)

De acordo com Crawford e Ruff , a irradiação tem por finalidade a inibição de brotamento de raízes, retarda do amadurecimento de frutas e vegetais, redução de micro-organismos patogênicos, aumento da validade comercial dos mesmos, (14) duplicando ou

triplicando o tempo de estocagem de produtos alimentícios permitindo seu transporte por longas distâncias (8), o que pode ser evidenciado na Tabela 1 através da pesquisa realizada por Laboratório de Irradiação de Alimentos e Radioentomologia (LIARE) em parceria com Centro de Energia Nuclear e Agricultura (CENA) e a USP (Universidade de São Paulo) (15), além de suprir o abastecimento nos períodos de entressafras. (14).

Tabela 1-Não-Irradiado x Irradiado

Produto	Vida útil sem irradiação	Vida útil com irradiação
Alho	4 meses	10 meses
Arroz	12 meses	36 meses
Banana	15 dias	45 dias
Batata	1 mês	6 meses
Cebola	2 meses	6 meses
Farinha	6 meses	24 meses
Legumes e Verduras	5 dias	18 dias
Papaia	7 dias	21 dias
Manga	7 dias	21 dias
Milho	12 meses	36 meses
Frango refrigerado	7 dias	30 dias
Filé de Pescado refrigerado	5 dias	30 dias
Morango	3 dias	21 dias
Trigo	12 meses	36 meses

Fonte: LIARE- CENA/ USP

Para que seja feita a irradiação de alimentos deve-se obedecer às normas vigentes baseadas na CNEN (Conselho Nacional de Energia Nuclear) que é o órgão responsável pelo controle a manuseio dos elementos de radiação no Brasil e na ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) órgão responsável pela higiene e qualidade de alimentos. Publicou a resolução nº 21/2001 (16), que regula as atividades de irradiação de alimentos. Esta resolução viabiliza que qualquer alimento poderá ser tratado por radiação desde que a dose máxima absorvida seja inferior àquela que comprometeria as propriedades funcionais ou os atributos sensoriais do alimento. Além das exigências

de que a embalagem deve abranger a seguinte informação: “Alimento tratado por processo de irradiação”; a fonte deve ser superior a 1/3 do da letra de maior tamanho nos dizeres do rótulo. A mesma deve ser colocada em uma faixa com a indicação para alimentos vendidos a granel, ou ainda pode ser utilizado no rotulo do produto a radura, (símbolo internacional para alimentos que passam por processo de irradiação) como mostra a Figura 9.

Figura 9. Radura - Símbolo Internacional da Irradiação de Alimentos



A dose de radiação é medida em Grays (G) ou kilograys (kGy), onde 1 Gray=0,001 kGy= 1 Joule de energia absorvida por quilograma de alimento irradiado. (14)

Segundo de Mello para adiar o amadurecimento de frutas, por exemplo, até 1 kGy é o suficiente. Para inibir o brotamento de raízes e tubérculos, a dose necessária varia de 0,05 a 0,15 kGy. Para prevenir que os grãos sejam danificados por insetos, 0,1 a 2 kGy são satisfatórios para tais resultados (17).

Os alimentos irradiados não sofrem alterações de sabor, aroma, cor e funções nutricionais (18), porém não deve ser uma justificativa para a falta de higienização correta da comida.

Cabe ressaltar que o alimento fica apenas imerso num campo de radiação e em momento algum entre em contato direto com a fonte radioativa (19).

Em todos os irradiadores, raios X, elétrons e raios gama oriundo de césio ou cobalto 60 a carga utilizada é baixíssima, sendo quase nula a probabilidade de o alimento induzir radiação (19), resultando em mínimo o risco de contaminação e perigo à saúde.

Ordóñez afirma que a irradiação é a única capaz de aniquilar patógenos em alimentos congelados e crus, resultando em umas das melhores técnicas de conservação. (9)

Vantagens da irradiação alimentar

A irradiação age na inibição do brotamento em bulbos e tubérculos, retardo da maturação de frutas e legumes, desinfestação de grãos, cereais, frutas e especiarias, eliminação de parasitas (Cisticercose e Triquinose - vermes), redução da carga microbiana (fungos, bactérias e leveduras), eliminação de microrganismos patogênicos (Salmonella spp e outros), e na esterilização (12).

Tabela 2. Vantagens da Irradiação Alimentar

VANTAGENS
Destruir microrganismos causadores de intoxicação alimentar;
Inativa parasitas presentes nos alimentos
Prevenir brotamentos em bulbos e tubérculos
Não representa risco toxicológico à população;
Técnica segura de proteção e conservação dos alimentos
Aumenta o tempo de comercialização de frutas, verduras e hortaliças;
Permite a irradiação de produtos refrigerados e congelados; Reduz as perdas por maturação e envelhecimento do produto
Não provoca alterações sensoriais e nem modifica as características nutricionais dos alimentos irradiados sejam de origem animal ou vegetal
Duplica ou triplica o tempo de estocagem de produtos alimentícios permitindo seu transporte por longas distâncias.

Fonte: Autor a partir dos estudos realizados, 2020.

RESULTADOS**Tabela 3. Caracterização das Publicações Científicas que constituem o Corpo do Estudo**

NOME ARTIGO	AUTOR	ANO	ACHADOS DOS ARTIGOS/ LIVRO	PROCESSO DE IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS
A Interação da Radiação Gama com Matéria no Processo de Esterilização	Renato César da Silva, Roberta Maria da Silva e Kátia Aparecida da Silva Aquino	2014	O ^{60}Co e ^{137}Cs , são as únicas fontes de irradiação consideradas para uso comercial.	1 processo
Transporte de produtos agrícolas sobre a questão de perdas. Economia e Sociologia Rural. Vol 39	José Vicente Caixeta Filho	2015	As perdas no transporte estão intimamente ligadas a modalidade de transporte utilizada; carência de equipamento especializado de transporte; utilização de embalagens inapropriadas.	-

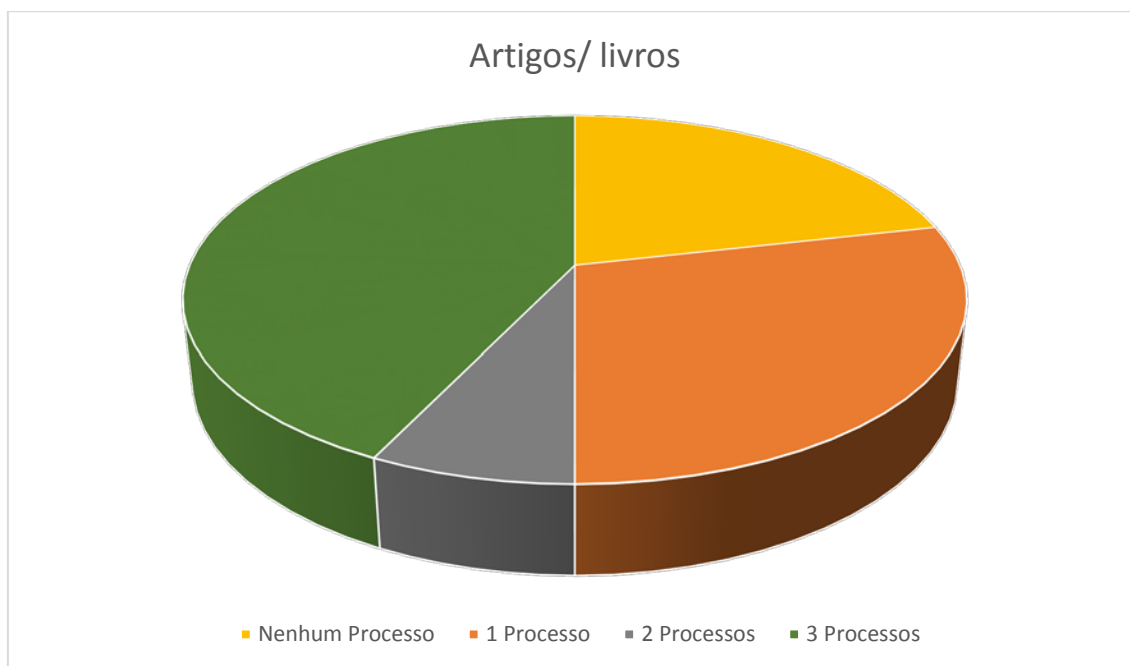
<p>Uso da radiação gama como tecnologia inovadora para a engenharia de produto na indústria de alimentos</p>	<p>Marques e Costa</p>	<p>2013</p>	<p>A Irradiação, independente da forma utilizada, consegue manter os alimentos por mais tempo próprio para o consumo.</p>	<p>3 processos</p>
<p>Avaliação da salubridade dos alimentos irradiados</p>	<p>Diehl e Josephson</p>	<p>2014</p>	<p>Para cada finalidade que se deseja alcançar, existe uma dose correta de radiação a ser aplicada no alimento</p>	<p>3 processos</p>
<p>IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS</p>	<p>Roberto Quintanilha de Lima</p>	<p>2000</p>	<p>Em todos os tipos de irradiadores (elétrons, Raios X e Raios gama a energia usada é muito baixa para induzir radiação em qualquer material</p>	<p>3 processos</p>
<p>A review of the safety of cold pasteurization through irradiation. Food Control.</p>	<p>Crawford, L.M., Ruff, E.H.</p>	<p>1996</p>	<p>A irradiação alimentar pode ajudar suprir o abastecimento nos períodos de entressafras</p>	<p>-</p>

Resolução nº 21	Agência Nacional de Vigilância Sanitária –ANVISA.	2001	Regulamento técnico para irradiação alimentar	-
Atividade antioxidante durante o armazenamento de maçãs submetidas a irradiação.	Camila Argenta Fante	2015	A irradiação tem alto poder de penetração podendo ser usado em caixas cheias de alimentos estando frescos ou não	1 processo
Four decades in food irradiation	A.E. Ehlermann	2015	Não há controle da energia por radioisótopos naturais	3 processos
Alimentos Irradiados	Luciana Christante de Mello	2001	Define quantidades de quilograys (kGy) a ser aplicadas em alimentos	3 processos
Utilização da irradiação no tratamento de alimentos	Diana Ventura, Joana Rufino, Cláudia Nunes e Nuno Mendes	2010	Alimentos irradiados não sofrem alterações de sabor, aroma, cor e funções nutricionais	1 processo

Tecnologia de alimentos	Juan A. Ordonez	2005	A irradiação é a única capaz de aniquilar patógenos em alimentos congelados e crus	1 processo
Conservação de Alimentos: Radiação Ionizante.	Godoy, R e Da Matta, L.	2014	Aumento de tempo vida de prateleira	2 processos

Fonte: Próprio autor, 2020.

Gráfico 1. Relação de artigos/livros com a quantidade de processos de irradiação alimentar.



Fonte: Próprio autor, 2020.

DISCUSSÃO

Silva (2014), mostra em seu estudo que o ^{60}Co e ^{137}Cs , oriundas da irradiação gama, são as únicas fontes para uso comercial, visto que apresentam baixo custo se comparadas a outras fontes além de ter alto poder de penetração. Além disso enfatiza que o cobalto é mais utilizada que o césio por apresentar mais disponibilidade no mercado, ser solúvel a água possuir forma metálica.

Já Caixeta (2015) afirma que as perdas de alimentos no transporte estão ligadas a modalidade de transporte utilizada, (no Brasil grande maioria viária) carência de equipamento especializado e utilização de embalagens inapropriadas.

Marque e Costa (2013) asseguram que a irradiação, independente da forma utilizada, consegue manter os alimentos por mais tempo próprio para o consumo.

Diehl e Josephson (2014) evidenciam que para cada finalidade que se deseja alcançar, existe uma dose correta de radiação a ser aplicada no alimento.

Quintanilha (2000) deixa claro que independente do tipos de irradiador elétrons, Raios X e Raios gama a energia usada é muito baixa para induzir radiação em qualquer material, tornando o alimento totalmente seguro para o consumo.

Fante (2015) relata que com o alto poder de penetração que esse processo possui os alimentos podem ser irradiados em caixas cheias, estando frescos ou não.

De Mello (2001) define quantidades de quilograys (kGy) a ser aplicadas em alimentos.

Nunes (2010) destaca que os alimentos não sofrem alterações de sabor, aroma, cor além das funções nutricionais.

Ordonez (2005) salienta que a irradiação é a única capaz de aniquilar patógenos em alimentos congelados e crus.

Já Da Matta (2014) aponta que o processo de irradiação alimentar aumento de tempo vida de prateleira do produto.

CONCLUSÃO OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

Está evidente que o desperdício alimentar existe em todo o ciclo de abastecimento, corriqueiramente toneladas de alimentos são descartados do consumo de forma equivocada.

O Brasil por possui forma de transporte rodoviário como seu principal meio de ligação da produção até o consumidor final, com viagens longas e inadequadas, proporcionando a proliferação de fungos e bactérias, contribui para que aproximadamente

50 % dos alimentos venham ser descartados antes mesmo de chegar aos centros de distribuições.

A irradiação de alimentos traz mais tempo de vida útil aos mesmos, eliminando fungos, esterilizando-os, sendo mais seguro o consumo.

O alimento irradiado não entra em contato direto com a fonte radioativa, fica somente imerso num campo de radiação, sendo assim não um processo totalmente seguro para o ser humano.

Além disso, caso os limites pré estabelecidos não sejam ultrapassados, o alimento não sofre alteração de cor, sabor, aroma ou ainda nutricional o que desmitifica sobre a periculosidade do processo.

A irradiação alimentar cresce lentamente, um dos empecilhos por utilização em grande escala é a difícil aceitação por parte maioria da população que associa o nome irradiação a algo somente ruim, devido à falta de conhecimento e interpretações errôneas. Outro fator que dificulta difusão desse processo é o alto custo de capital.

Por fim, conclui-se que essa tecnologia pode ser torna um grande aliado ao desperdício alimentar no Brasil uma vez que, minimiza as perdas alimentares; promove aumento no tempo de comercialização de frutas, verdura, legumes e carnes, além de tornar o alimento mais seguro para o consumo humano.

REFERÊNCIAS

1. Silva ALF, Roza CR. Uso da irradiação em alimentos: revisão. Bol Cent Pesqui Process Aliment. 2010;28(1):49-56.
2. Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. O desperdício alimentar tem consequências ao nível do clima, da água, da terra e da biodiversidade: novo estudo da FAO [Internet]. Roma: FAO; 2013. [Citado em 30 de setembro 2020]. Disponível em: <http://www.fao.org/news/story/pt/item/204029/icode/>.
3. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE divulga estimativa da população dos municípios para 2020 [Internet]. 2020 jul. [citado em dezembro de 2020]. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/28668-ibge-divulga-estimativa-da-populacao-dos-municipios-para-2020>.
4. Filho JVC. Transportes de produtos agrícolas: sobre a questão das perdas. Rev Econ e Sociol Rural [Internet]. 1996 [citado em 20 agosto de 2018];34(3):173-99. Disponível em: <https://www.revistasober.org/article/5d8915f00e8825b876c51226>.
5. Portal Educação. Irradiação de Alimentos: método de conservação de alimentos [Internet]. São Paulo: Portal Educação; 2009 [citado em 21 de março de 2020]. Disponível em <https://siteantigo.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/nutricao/irradiacao-de-alimentos-metodo-de-conservacao-de-alimentos/31187>.

6. Costa LF, Silva EB, Oliveira IS. Irradiação gama em amendoim para controle de *Aspergillus flavus*. *Sci. Plena*. 2013;9:1-12.
7. Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. Food wastage footprint. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) [Internet]. 2013 [citado em 20 agosto de 2018]. 62 p. Disponível em: www.fao.org/publications.
8. Diehl JF, Josephson ES. Assessment of wholesomeness of irradiated foods: a review. *Acta Aliment*. 2014;23:195-214.
9. Ordóñez Pereda JÁ, Cambero Rodrigues MI. Tecnologia de alimentos. *Artmed*. 2005:125-144.
10. Silva JKR. Irradiação de alimentos: uma revisão integrativa da literatura. [monografia]. Teresina: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, 2018:0-59.
11. Godoy R, Matta L. Conservação de alimentos: radiação ionizante [Internet]. 2014 [citado em 09 de julho de 2018]. Disponível em: <http://www.acquaviva.com.br/ufg/trabalhos/46.pdf>.
12. Fante CA, Siqueira Elias HH, Castro Henrique P, Boas ACV, Lima LCO. Atividade antioxidante durante o armazenamento de maçãs submetidas a irradiação. *Cienc e Agrotec*. 2015;39(3):269-75.
13. Ehlermann DAE. Four decades in food irradiation. *Radiat Phys Chem*. 2015;73:346-347.
14. Crawford LM, Ruff EH. A review of the safety of cold pasteurization through irradiation. *Food Control*. 1996;7:87-97.
15. Mastrangelo T. Irradiação de alimentos na radioentomologia [Internet]. 2015 [citado em 15 de abril de 2020]. Disponível em: <http://www.cena.usp.br/irradiacao-alimentos-radioentomologia>.
16. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 21, de 26 de janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico para irradiação de alimentos, constante do anexo desta Resolução [Internet]. [citado em 10 de setembro de 2020]. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/394219/Resolucao_RDC_n_21_de_26_de_janeiro_de_2001.
17. Mello LC. Alimentos irradiados [Internet]. [s.d.]. [citado em outubro de 2019]. Disponível em: <http://www.nutriweb.org.br/n0202/irradiados.htm>
18. Ventura D, Rufino J, Nunes C, Mendes N. Utilização da irradiação no tratamento de alimentos: processamento geral de alimentos. Coimbra: Escola Superior Agrária de Coimbra. 2010;2:1-31.
19. Lima RQ. Irradiação de alimentos. *C&T: revista militar de ciência e tecnologia* [Internet]. 2000 [citado em 20 agosto de 2018];17:28-35. Disponível em: http://rmct.ime.eb.br/arquivos/RMCT_3_quad_2000/irradia_alim.pdf.