



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
PIAUÍ
DEPARTAMENTO DE INFORMAÇÃO, AMBIENTE, SAÚDE E PRODUÇÃO
ALIMENTÍCIA
CORDENAÇÃO DO CURSO DE TECNOLOGIA EM RADIOLOGIA

JOÃO KLAUSEN RAMOS DA SILVA

**IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA DA
LITERATURA**

TERESINA
2018

JOÃO KLAUSEN RAMOS DA SILVA

**IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA DA
LITERATURA**

Monografia apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, como requisito para a obtenção do título de Tecnólogo em Radiologia.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Antônio Pereira Freitas.

Co-orientadora: Tecnóloga Joyce Caroline de Oliveira Sousa.

TERESINA

2018

JOÃO KLAUSEN RAMOS DA SILVA

**IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS: UMA REVISÃO
INTEGRATIVA DE LITERATURA**

Monografia apresentada ao Curso de Tecnologia em Radiologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI, como requisito para obtenção de grau de Tecnólogo em Radiologia.

Monografia aprovada em 20 de agosto de 2018.

Banca examinadora:

assinatura no original

Orientador: Dr. Sérgio Antônio Pereira Freitas
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI

assinatura no original

Examinador: M. Sc. Ednaldo Francisco Santos Oliveira Júnior
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI

assinatura no original

Examinador: M. Sc. Jâmeson Ferreira da Silva
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI

AGRADECIMENTOS

Acima de todos, agradeço a Deus, por iluminar sempre meus caminhos e me dar forças que até eu mesmo desconhecia para prosseguir até o fim desta jornada.

Minha família, em particular minha esposa Cleane Medeiros, meus filhos Francisco, Yan Lorenzo e Maria Eduarda, minha mãe Maria do Socorro, meu pai Francisco Cláudio e minha querida avó Maria Antônia (em memória), pela compreensão, dedicação, apoio incondicional e todo amor a mim dedicado.

Meu Orientador, Professor Doutor Sérgio Antônio Pereira Freitas, pela paciência, encorajamento, conselhos e atenção dedicados a mim.

Minha Co-Orientadora, Tecnóloga Joyce Caroline de Oliveira Sousa, pela atenção, contribuição e apoio para o término desta jornada árdua.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí em especial ao Departamento de Informação, Ambiente, Saúde e Produção Alimentícia do Instituto de Educação, Ciências e Tecnologia do Piauí e a coordenação do curso de Tecnologia em Radiologia pelas oportunidades a mim conferidas.

Aos meus queridos professores: Ednaldo Júnior, Sergio, Jâmeson, Idna, Eutrópio, Lívio, por todas as horas dedicadas não somente a mim mas a todos meus colegas de curso para que alcançássemos a melhor formação profissional. Serei eternamente grato por tudo.

E, todos aqueles que direta e indiretamente proporcionaram-me esta oportunidade, para os quais também reservo a minha mais profunda gratidão e admiração.

.

“O que era fácil já fiz. O que era difícil estou fazendo. O que é impossível coloquei nas mãos de DEUS e sei que ele fará melhor do que eu posso imaginar “.

Autor Desconhecido

SILVA, J.K.R. **Irradiação de Alimentos: Uma Revisão Integrativa da Literatura**. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Radiologia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí-IFPI, 2018.

RESUMO

INTRODUÇÃO: A tecnologia de irradiação no contexto alimentar atua eficazmente na busca pela redução do desperdício e é eficiente na: conservação, preservação e combate de perdas por processos microbianos dos alimentos; no entanto, ainda necessita de desmistificação e intensa disseminação de vantagens atuativas por parte da mesma. **OBJETIVOS:** Discorrer sobre o uso das radiações ionizantes em alimentos, destacando: a segurança e importância do método, suas vantagens e possíveis desvantagens e suas aplicações. **METODOLOGIA:** A revisão integrativa foi o escolhido para compor o traçado metodológico e o estudo abrangeu publicações científicas publicadas entre 2012 e 2017; o levantamento dos dados fundamentou-se na Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), Scientific Electronic Library Online (SCIELO) e PUBMED. A amostra de análise contemplou 12 publicações de escopo metodológico variado: artigos, teses, dissertação e livro impresso. **RESULTADOS:** Diante dos resultados apontados nas 12 publicações, observa-se que a irradiação alimentar é um método eficiente em que os alimentos são submetidos a doses controladas de radiação ionizante buscando a aquisição de qualidade e segurança, destaca-se na economia, principalmente na indústria alimentar. A educação aliada à disseminação de informações corretas promove a desmistificação da técnica de irradiação e favorece ao estabelecimento de uma atitude positiva por parte dos consumidores. **CONCLUSÃO:** O desenvolvimento de inovações tecnológicas que preconizam preservar o meio ambiente, propiciar o equilíbrio entre a produção e o consumo de alimentos têm ganhado espaço no território científico e alimentar. A tecnologia de irradiação nos alimentos possui grande efetividade atuativa e permite benefícios aos consumidores visto que minimiza as perdas alimentares; proporciona um aumento no tempo de comercialização de frutas, verduras e hortaliças; e substitui o uso de aditivos químicos.

Palavras- Chaves: Alimentos; Desmistificação; Irradiação Alimentar.

SILVA, J.K.R. **Food Irradiation: An Integrative Review of Literature**. 60 f. Course Completion Work (Technology in Radiology). Federal Institute of Education, Science and Technology of Piauí-IFPI, 2018.

ABSTRACT

INTRODUCTION: The irradiation technology in the food context acts effectively in the search for reduction of waste and is efficient in: preservation, preservation and combat of losses by microbial processes of food; however, it still needs demystification and intense dissemination of the company's operating advantages. **OBJECTIVES:** To discuss the use of ionizing radiations in foods, highlighting: the safety and importance of the method, its advantages and possible disadvantages and its applications **METHODOLOGY:** The integrative review was chosen to compose the methodological tracing and the study covered published scientific publications between 2012 and 2017; the data collection was based on the Virtual Health Library (BVS), Scientific Electronic Library Online (SCIELO) and PUBMED. The analysis sample included 12 publications of varied methodological scope: articles, theses, dissertation and printed book. **RESULTS:** Given the results pointed out in 12 publications, it is observed that food irradiation is an efficient method in which food is submitted to controlled doses of radiation ionizing seeking the acquisition of quality and safety; it stands out in the economy, especially in the food industry. Education together with the dissemination of correct information promotes the demystification of the irradiation technique and favors the establishment of a positive attitude on the part of the consumers. **CONCLUSION:** The development of technological innovations that advocate preserving the environment, providing a balance between food production and consumption, has gained space in the scientific and food domain. The technology of irradiation in the food has great effective effectiveness and allows beneficial to the consumers since it minimizes the alimentary losses; provides an increase in the time of commercialization of fruits, vegetables and vegetables; and replaces the use of chemical additives.

Keywords: Food; Demystification; Food Irradiation.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
Ci	Currie
Co	Cobalto
Cs	Césio
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
DINAL	Divisão Nacional de Vigilância Sanitária de Alimentos
FAO	Food and Agricultural Organization
FDA	Food and Drug Administration (Administração de Comidas e Remédios)
EFSA	European Food Safety Authority
Gr	Grama
Gy	Gray
AIEA	Agência Internacional de Energia Atômica
J	Joule
Kg	Quilograma
KGy	Kilo Gray
MeV	Mega electrón-volt
MS	Ministério da Saúde
NASA	National Aeronautics and Space Administration
OMS	Organização Mundial de Saúde
ONU	Organização das Nações Unidas
RAD	Radiation Absorbed Dose
USDA	United States Department of Agriculture
SCBD	Secretariat of the Convention on Biological Diversity

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Cenário do Desperdício no Âmbito Mundial	13
Figura 2. Caminhos do Desperdício Alimentar	14
Figura 3. Distribuição da Produção Mundial de Alimentos e as Perdas por Ação Humana	15
Figura 4. Panorama do Desperdício no Brasil	16
Figura 5. Caminhos do Desperdício no Brasil	16
Figura 6. Símbolo Radura	21
Figura 7. Instalação de Irradiação Alimentar	24
Figura 8. Irradiação Gama por Cobalto -60	25
Figura 9. Sistema de Irradiação Alimentar por Acelerador de Elétrons	26
Figura 10. Procedimentos de Irradiação Alimentar	28
Figura 11. Radapertização em Produtos Cárneos	29
Figura 12. Radurização em Produtos Alimentícios	29
Figura 13. Radiciação de Massa de Pizza	29
Figura 14. Fluxograma do Percuro Metodológico da Pesquisa	36

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 1. História da Irradiação Alimentar	18
Tabela 2. Procedimentos e Aplicação da Irradiação nos Alimentos	30
Tabela 3. Efeito da Irradiação Ionizante na Durabilidade Alimentar	31
Tabela 4. Vantagens e Desvantagens da Irradiação Alimentar	32
Tabela 5. Distribuição dos artigos quanto ao ano de publicação, escopo metodológico e fonte de origem	37
Quadro 1. Caracterização das fontes de radiação utilizadas para tratamento de alimentos	23
Quadro 2. Comparação e Caracterização entre o ^{60}Co e ^{137}Cs	24
Quadro 3. Diferenciação entre as Fontes da Irradiação Alimentar	27
Quadro 4. Correlação entre as Aplicações e a Dose na Irradiação Alimentar	31
Quadro 5. Caracterização das Publicações Científicas que constituem o Corpo do Estudo	39

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 PANORAMA DA DISTRIBUIÇÃO DOS ALIMENTOS NO CENÁRIO MUNDIAL...	13
2.2 IRRADIAÇÃO NO CONTEXTO ALIMENTAR	17
2.2.1 HISTÓRICO DA IRRADIAÇÃO ALIMENTAR	17
2.2.2 PANORAMA MUNDIAL DA IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS	18
2.2.3 LEGISLAÇÃO NACIONAL SOBRE A IRRADIAÇÃO ALIMENTAR.....	21
2.2.4 FONTES DE RADIAÇÃO NA IRRADIAÇÃO ALIMENTAR	22
2.2.5 PROCEDIMENTOS DE IRRADIAÇÃO ALIMENTAR.....	28
2.2.6 APLICAÇÕES DA IRRADIAÇÃO NO CONTEXTO ALIMENTAR.....	30
2.2.7 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA IRRADIAÇÃO ALIMENTAR.....	32
2.2.8 LIMITAÇÕES TECNOLÓGICAS DA IRRADIAÇÃO ALIMENTAR.....	33
3 METODOLOGIA.....	35
3.1 DEFINIÇÃO DO TIPO DE ESTUDO	35
3.2 LEVANTAMENTO DE PRODUÇÕES CIENTÍFICAS.....	36
3.3 COLETA DE DADOS	37
3.4 DESCRIÇÃO DA AMOSTRA BIBLIOGRÁFICA DO ESTUDO.....	37
3.5 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS	38
3.6 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	38
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
4.1 EFEITOS DA IRRADIAÇÃO NOS ALIMENTOS	42
4.2 DOSES RECOMENDADAS EM CADA APLICAÇÃO DA IRRADIAÇÃO	44
4.3 CONTRIBUIÇÕES DA IRRADIAÇÃO NO CONTEXTO ECONÔMICO	45
4.4 ATITUDES DOS CONSUMIDORES DIANTE DOS ALIMENTOS IRRADIADOS	47
5 CONCLUSÃO.....	49
REFERÊNCIAS.....	50
ANEXOS.....	55

1 INTRODUÇÃO

O atual panorama alimentar do mundo não se encontra ameaçado pela escassez global eminente de alimento mais sim pelo fato das produções agrícolas sofrerem a ação constante de desperdícios. As perdas e a escassez alimentar mantêm uma relação intrínseca e assoladora e de impacto significativo no cenário econômico mundial (HAZELL, 2015).

Nos últimos anos, o homem ampliou o seu domínio sobre a natureza intervindo nos processos biológicos com intuito de alterar ou modificar os mesmos de acordo com seus interesses econômicos ou sociais. O embasamento intervencionista humano na área alimentar reside em suprir as necessidades de sobrevivência, produzir mais alimentos e com qualidade superior buscando expandir o acesso das populações aos mesmos, e propiciar condições iguais a todos objetivando suprir as necessidades primárias de existência (CRISOSTO et al., 2016).

Uma maior preocupação com a qualidade e a segurança alimentar, congregada pela crescente procura por alimentos dotados de características mais próximas das naturais, constitui o pilar das incessantes pesquisas relacionadas à temática alimentar (HERNANDES et al., 2015).

A maioria das perdas de alimentos fisiológicas resultantes de fisiopatias (distúrbios fisiológicos) geralmente decorre de fatores pré e pós-colheita, e estão relacionadas ao estado de maturidade do produto, condições de armazenamento como temperatura e umidade relativa do ar (MORRIS, 2015).

Nesse contexto, surgiram os tratamentos não térmicos de alimentos objetivando a obtenção de produtos seguros e a manutenção de características dos alimentos (sabor, da cor, do aroma, da textura e dos nutrientes) ao longo de todo o percurso da plantação até a chegada a mesa do consumidor final (DIEHL, 2017).

O uso da radiação ionizante em alimentos apresenta multiplicidade de utilizações: esterilização; conservação; processamento; tratamento não térmico (de forma combinativa ou em substitutiva ao tratamento térmico). A utilização da radiação pode ocorrer em alimentos sólidos e líquidos já embalados, evitando a recontaminação pós-tratamento (HAZELL, 2015).

A técnica de irradiação alimentar corresponde a um processo físico de tratamento em que o produto já embalado ou a granel é submetido a doses controladas de radiação ionizante com finalidade sanitária, fitossanitária e ou tecnológica (CHMIELEWSKI et al., 2015).

No controle dos processos fisiológicos naturais (brotamento, maturação e envelhecimento) aos quais os alimentos estão submetidos, a irradiação ionizante é usada principalmente no combate às perdas naturais causadas pelos mesmos. Entretanto, é

necessário adaptar a dose de radiação conforme os tipos de alimentos (POLIZEL 2006; GRANDISON, 2016).

De maneira geral, a radiação propicia: melhoria da conservação dos alimentos; redução da incidência de algumas doenças específicas; minimiza as perdas de alimentos, proporcionando o aumento do comércio internacional (VENTURA 2010; SILVA, 2014). A real contribuição produzida pela irradiação alimentar no cenário econômico reside na efetividade do prolongamento de tempo para consumo, visto que não ocorre alteração nas propriedades da matéria. A dose de aplicação pode duplicar ou triplicar o tempo de estocagem de produtos alimentícios favorecendo o transporte por longas distâncias (OKUNO, 2013).

O estudo realizado objetiva discorrer sobre o uso das radiações ionizantes em alimentos destacando: a segurança e importância do método, suas vantagens e possíveis desvantagens e suas aplicações buscando disponibilizar um texto atualizado referente a temática.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Panorama da Distribuição dos Alimentos no Cenário Mundial

O mundo encontra-se uma grave crise alimentar, em que as principais causas elencadas são: os fenômenos meteorológicos extremos, as baixas reservas de cereais, os efeitos combinados da especulação em reservas alimentares, o elevado preço do petróleo e o crescimento do cultivo para os biocombustíveis (BUENO, 2015).

O suprimento alimentar e a segurança alimentar ganham cada vez mais importância devido ao crescimento populacional e associado a outros fatores como: disponibilidade de terra para plantio, escassez de água, mudanças no comércio e mercado internacionais, urbanização, distribuição de renda, migração, crises epidêmicas, cataclismos, assim como mudanças nos hábitos alimentares (SCBD, 2016).

A produção de alimentos está subindo de forma constante e está proporcionalmente superior ao crescimento populacional. Segundo dados da Organização das Nações Unidas, produz-se anualmente o equivalente a 3,9 bilhões de toneladas sendo que um terço é desperdiçado (1,3 bilhão) levando em consideração a saída do produto do campo ao consumidor (Figura 1) (ONU,2014).

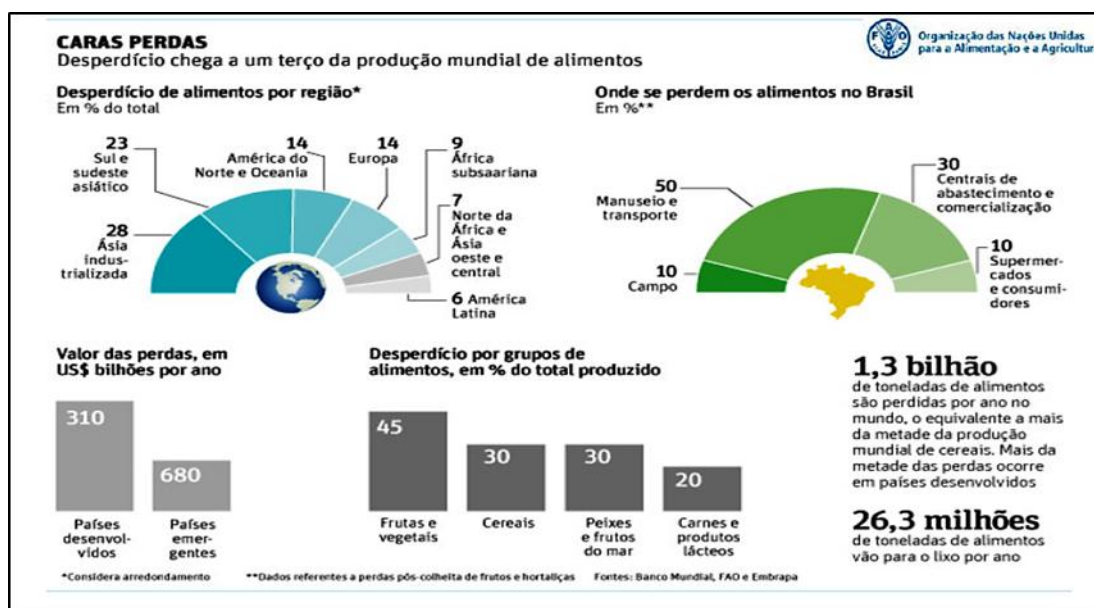


Figura 1. Cenário do Desperdiço no Âmbito Mundial.
Fonte: FAO,2016.

Conceitualmente, a terminologia perda ou desperdiço refere-se a alguma mudança na viabilidade, comestibilidade, salubridade ou qualidade do alimento que o impeça de ser consumido por pessoas, podendo ser identificado pelo produto colhido menos o produto

consumido (CAIXETA, 2015). As principais razões para o desperdício de alimentos encontram-se na falta de conhecimento técnico, no uso de máquinas inadequadas, falta de pessoal treinado e habilitado, no uso de práticas inadequadas de produção e principalmente no desconhecimento de técnicas adequadas de manuseio pós-colheita (Figura 2) (CENCI, 2014).



Figura 2. Caminhos do Desperdício Alimentar.

Fonte: FAO, 2016.

O fornecimento dos alimentos para consumo humano implica em um esforço considerável dotado de responsabilidade social e ambiental (GRIFFIN e SOBAL, 2015). O desperdício alimentar está presente em toda cadeia de abastecimento alimentar onde estatisticamente os números indicam que: 28% na fase de produção, 6% no processamento, 22% na manipulação e armazenamento, 17% na distribuição e 28% na fase do consumo (ONU, 2014).

Normalmente, as perdas ou o desperdício são atribuídos a causas bióticas (Doenças Patogênicas), abióticas (desordens ou distúrbios fisiológicos) e principalmente causas físicas (injúrias mecânicas), sendo classificadas por UZUELI (2013):

- Perdas Qualitativas:** perdas físicas aliadas a alterações e perdas nutricionais, ressalta-se principalmente a perda de vitaminas, minerais, pigmentos e açúcares;
- Perdas Quantitativas:** danos mecânicos, ocasionados frequentemente em operações de pré-colheita, colheita e de manuseio, tais como classificação, embalagem e transporte.

Os alimentos representam um dos produtos mais exigentes no que respeita ao consumo de energia e de recursos naturais, tal como água e os nutrientes. No mundo industrializado, os

alimentos apresentam geralmente um baixo custo, encontram-se disponíveis em qualquer lugar e em qualquer momento, cada vez mais são vendidos como produtos processados e prontos-a-comer. Desta forma, pode-se afirmar que uma sociedade de consumo está associada a uma sociedade de desperdício. O desperdício alimentar parece um ato intrínseco, inconsciente que não é criticado pela sociedade (Figura 3) (BUENO, 2015).

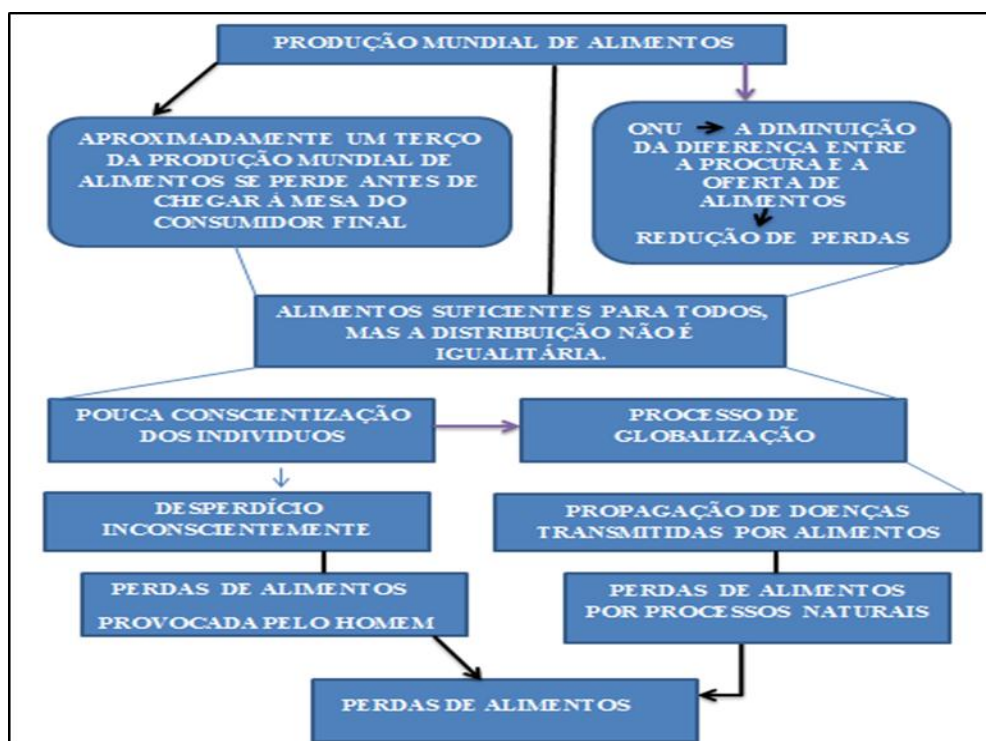


Figura 3. Distribuição da Produção Mundial de Alimentos e as Perdas por Ação Humana.
Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados obtidos em VITAL(2015).

Dados mais recentemente divulgados demonstram que há previsão de que a população mundial alcançará 9 bilhões de pessoas até 2050 e que será necessário, visando atender a esta demanda um crescimento de produção de alimentos por volta de 70%, parte disso poderia ser suprida, com ações combatendo o desperdício. Inclusive, a ONU (2014) afirma que há diferentes formas de desperdícios entre os países desenvolvidos e subdesenvolvidos. Nos países mais ricos, os desperdícios na sua grande maioria ocorrem no consumidor final; e nos países em desenvolvimento a maior incidência de perda acontece na produção e transporte dos alimentos. Nos países desenvolvidos e industrializados, as perdas anuais atingem 300 kg per capita, sendo a maior parte devida ao desperdício ao nível do consumidor (ONU, (2014); BUENO, 2015).

O Brasil produz mais de 140 milhões de toneladas de alimentos todos os anos, configurando entre os maiores exportadores de produtos agrícolas do mundo, mas, milhões de

peessoas não possuem acesso a alimentos em quantidade e qualidade suficientes. Muitas vezes o desconhecimento sobre a utilização dos alimentos induz ao mau aproveitamento, o que proporciona o desperdício de toneladas de recursos alimentares: 26 milhões de toneladas/ano ou 41.000 toneladas / dia (Figura 4 e 5) (ONU, 2014).

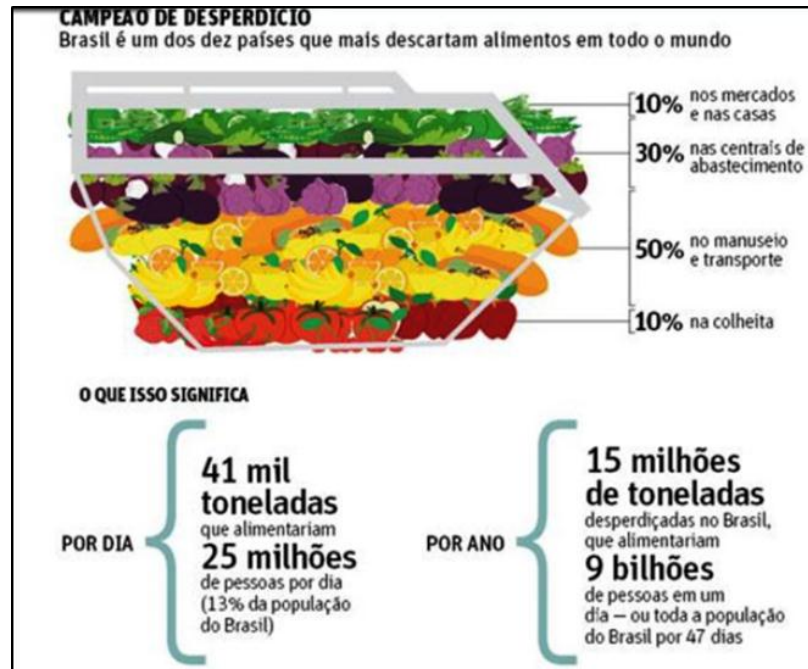


Figura 4. Panorama do Desperdício no Brasil.
Fonte: FAO,2016.



Figura 5. Caminhos do Desperdício no Brasil.
Fonte: FAO,2016.

O empenho na atualidade por parte dos estudiosos e das autoridades governamentais concentra-se em minimizar os desperdícios, como uma das formas de reduzir os problemas com a subalimentação de algumas partes da terra. Assim, a redução das perdas na cadeia produtiva, desde o campo até a residência, beneficiará todos os envolvidos, resultando em possibilidades reais de maximizar a renda dos produtores, minimizar os custos para os intermediários e consumidores, além de propiciar a manutenção da qualidade do produto até o consumidor (VITAL,2015).

Os avanços na ciência e tecnologia são essenciais para garantir que as próximas gerações possam ser alimentadas com qualidade. Entretanto, devem ocorrer transformações na forma de produção dos alimentos aliadas ao consumo sustentável. As tecnologias emergentes, como a irradiação, são vitais para o surgimento de soluções que otimizem a cadeia produtiva sem esquecer a convergência com setores da economia e áreas de estudo como a biotecnologia e genética, dentre outras (FANTE, 2015).

2.2 Irradiação no Contexto Alimentar

2.2.1 Histórico da Irradiação Alimentar

Através dos séculos, as técnicas de preservação de alimentos foram se aprimorando com o aumento do desenvolvimento científico. Estes métodos incluem o congelamento, a secagem, o enlatamento, a preparação de conservas, a pasteurização, a fermentação, o resfriamento, o armazenamento em atmosfera controlada, aplicação de aditivos preservastes e mais recentemente o uso da radiação ionizante e da alta pressão (EHLERMANN ,2015).

A ideia da utilização da radiação ionizante na conservação de alimentos surgiu após a descoberta dos Raios X por Roentgen e da radioatividade por Becquerel em, aproximadamente 1895. A primeira aplicação real do uso da radiação ionizante para destruir microrganismos nos alimentos data de 1905: tratamento de alimentos (especialmente cereais) com raios alfa, beta ou gama, potencializando a redução da incidência de doenças e a eliminação de pestes nos alimentos (DIEHL e JOSEPHSON, 2014).

Em 1921, publicaram-se resultados do uso dos raios X na carne de porco. Porém, nenhum destes propósitos levou a uma aplicação prática, simplesmente porque as fontes de irradiação (tubos de raios X ou isótopos radioativos) não eram bastante intensas naquela época para tratar alimentos em quantidades comerciais. Somente em 1940, alcançou-se a

irradiação nos alimentos como tecnologia propicia a comércio (Tabela 1) (GUIMARÃES, 2013).

Na tentativa de melhorar a qualidade higiênica de produtos alimentícios, foi na República Federal da Alemanha, Por 1957, que ocorreu o primeiro uso comercial da irradiação dos alimentos com elétrons, através da utilização de um gerador Van der Graff (GUIMARÃES, 2013).

Tabela 1. História da Irradiação Alimentar

Ano	Evento
1905	Primeira patente para o uso de radiação ionizante em alimentos com pestes
1920	Uso da irradiação por cientistas franceses para preservar os alimentos
1921	Patente para o 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 alimento do Departamento Norte-americano do Exército para o Departamento Norte-americano de Agricultura
1983	Aprovado o uso da 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: Adaptado pelo Autor (OMAYE, 2014).

2.2.2 Panorama Mundial da Irradiação de Alimentos

A irradiação promete melhorar a habilidade de conservar os alimentos e, contribuir ao mesmo tempo, controlar a incidência de algumas doenças de etiologia microbológica através da inativação de protozoários ou parasitas que causam vermes intestinais. Entretanto é indispensável à compreensão e aceitação do processo pelo público, que ainda é dificultada em virtude dos frequentes mal-entendidos e temores existentes a respeito das tecnologias relacionadas à energia nuclear e ao uso das radiações (OMAYE, 2014).

No início dos anos 70, a Administração Nacional de Aeronáutica Espacial (NASA), adotou o processo de esterilização de alimentos pela tecnologia de irradiação para o consumo de astronautas no espaço, prática esta adotada até hoje. No início da década de 90, o governo americano recomendou que os hambúrgueres fossem irradiados e a medida reduziu a contaminação pela *Escherichia coli* (bactéria que causa graves infecções intestinais) (EHLERMANN, 2015).

Em setembro de 1976, em Genebra, uma comissão conjunta de três organizações: a Organização de Administração e Agricultura (FAO), a Agência Internacional de Energia Atômica (IAEA) e a Organização Mundial de Saúde (WHO), recomendou que se adote a aceitação incondicional de cinco alimentos irradiados: frango, mamão, batata, morango e trigo; e propuseram a aceitação provisória de cebola, bacalhau e arroz (VITAL, 2015).

A partir da adoção em 1983, pela Comissão da FAO, em que foi reconhecida a sanidade dos alimentos tratados por irradiação, verificou-se um número crescente de governos, inclusive de países em via de desenvolvimento, o reconhecimento da segurança e efetividade da irradiação, estabelecendo conceitual como um método capaz de: reduzir perdas de alimentos pós-colheita e pós-abate; controlar certas doenças veiculadas por alimentos; e facilitar a expansão do comércio de alimentos a nível interno e externo (OMAYE, 2014).

A Carne de frango já vem sendo submetida à irradiação desde 1993 para controle da salmonela e colocada à disposição de mercados limitados dos EUA. Mais recentemente, o mercado de alimentos vem utilizando frango irradiado em quantidades crescentes anualmente. No tocante a estabelecimentos tais como hospitais e restaurantes utiliza-se alimentos irradiados de forma regular, principalmente frango irradiado para redução de bactérias patogênicas, redução do risco de contaminação cruzada de outros alimentos, durante a sua preparação (FANTE, 2015).

No Brasil, as pesquisas com irradiação de alimentos foram iniciadas por volta da década de 60, estiveram praticamente paralisadas a partir de meados de 70 e foram impulsionadas novamente a partir de 1984, quando começaram a ser proibidos os tratamentos quarentenáveis com agentes fumigantes, o que levou países exportadores de produtos brasileiros (como EUA e o Japão) a proibirem a importação de mamão e manga, provenientes do Brasil (OMAYE, 2014).

Com a medida adotada pela ANVISA, em território brasileiro se pratica a irradiação para proteção de frutas, peixes, especiarias e condimentos (principalmente os exportáveis), farinha, cebola, e no controle de pragas (ANVISA, 2001).

Os alimentos submetidos à tecnologia de irradiação incluem: frutas, vegetais, temperos, grãos, frutos do mar, carne e aves. Por volta de 1,5 toneladas de alimentos é irradiada no mundo a cada ano, segundo a FAO; entretanto essa quantidade representa apenas uma pequena fração do que é consumido no mundo todo (MELLO, 2015).

A lista dos países em que se consome e há o comércio de alimentos irradiados é bastante extensa, por exemplo, a comercialização regular de alimentos irradiados como: grãos; batatas; cebolas e alho (na Bélgica, França, Hungria, Japão, Holanda, alguns países da antiga União Soviética, Bangladesh, Chile, China, Filipinas e Tailândia); mariscos congelados e alimentos desidratados (na Bélgica e Holanda); produtos avícolas (na França); morangos, mangas, bananas, camarões, coxas de rã e salsicha de porco fermentadas (França, países baixos, África do Sul e Tailândia); especiarias (na Argentina, Brasil, Dinamarca, Estados Unidos, Finlândia, França, Hungria, Israel e Noruega.), dentre outros (GCIIA, 2016).

Portanto, a tecnologia de irradiação de alimentos tem recebido uma crescente atenção em todo o mundo, por apresentar um custo financeiro competitivo com outros métodos tradicionais de tratamento e conservação de alimentos. As autoridades da Vigilância Sanitária e de segurança de 41 países aprovaram a irradiação de 60 tipos distintos de alimentos. A grande maioria desses países, que são desenvolvidos, utilizam atualmente esse processo com fins comerciais: indústrias de processamento de alimentos e mercados institucionais (como serviços e alimentação institucionais e restaurantes); os interesses comerciais são aliados a fins de importação e exportação (MELLO, 2015).

Mundialmente, 55 países aprovam e possuem legislações referentes à irradiação de alimentos, entretanto sua finalidade comercial é limitada devido à falta de conscientização e esclarecimento que muitas pessoas possuem a respeito do método (FANTE, 2015).

Nos EUA possuem por volta de 50 instalações comerciais de irradiação, realizam a aplicação do tratamento nos mais variados alimentos. Estes são também fornecidos para a constituição da merenda escolar americana (fato autorizado pela USDA-United States Department of Agriculture) visando oferecer alimentos seguros aos estudantes (MELLO, 2015).

Na China, a irradiação no tratamento de alimentos é largamente empregada com a produção de mais de 170 mil toneladas a produção de alimentos irradiados por ano e colocando o país como o que mais utiliza no mundo a irradiação alimentar (CHEN, 2012).

As embalagens dos produtos irradiados devem ser rotuladas com o símbolo internacional denominado "Radura". O símbolo deve ser acompanhado pelas palavras "tratado por irradiação" ou "tratado com radiação". Essa rotulagem é exigida por lei,

buscando informar aos consumidores que eles estão comprando um alimento processado (Figura 6) (OMAYE,2014).



Figura 6. Símbolo Radura
Fonte: FAO, 2016.

2.2.3 Legislação Nacional sobre a Irradiação Alimentar

No Brasil, a legislação existe desde a elaboração do Decreto-Lei nº 986, de 21 de outubro de 1969, que institui normas básicas sobre alimentos, definindo o que é o alimento irradiado, conforme seu artigo 2º, VII (BRASIL, 1969):

VII - Alimento irradiado: todo alimento que tenha sido intencionalmente submetido à ação de radiações ionizantes, com a finalidade de preservá-lo ou para outros fins lícitos, obedecidas as normas que vierem a ser elaboradas pelo órgão competente do Ministério da Saúde.

Decreto nº 73.718, de 29 de agosto de 1973, estabeleceu as normas gerais sobre irradiação de alimentos, segundo o art. 3º que “poderão ser utilizadas nos alimentos as irradiações ionizantes, em geral, cuja energia seja inferior ao limiar das reações nucleares que poderiam induzir radioatividade no material irradiado” e determinando que a irradiação de alimentos somente possa ser realizada “por estabelecimentos devidamente licenciados pela autoridade competente e após autorização da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN)” (art. 4º), desde que comprovada sua não alteração nutritiva e que, quando expostos à venda ou entregues ao consumo tragam na embalagem a identificação do processo de irradiação (art. 8º) (BRASIL, 1973)

Evolutivamente, a Divisão Nacional de Vigilância Sanitária de Alimentos (DINAL) emitiu a Portaria Dinal nº 9, de 8 de março de 1985, dispondo as normas gerais para a irradiação de alimentos no Brasil e ainda determinando que a “dose média global absorvida por um alimento submetido a um processo de irradiação não excederá 10 kGy², com a finalidade de assegurar a inocuidade do alimento irradiado, sob os pontos seguidamente inumerados: toxicológico, nutricional e microbiológico”; e também, a relação de alimentos cuja irradiação é autorizado (arroz, a batata, cebola, feijão, milho e trigo; algumas especiarias e

a pimenta do reino; frutas como o mamão e o morango; peixe e produtos do peixe; e aves), todos com a aplicação de radiação ionizante por meio de Raios Gama de ^{60}Co e ^{137}Cs (BRASIL,1985).

No tocante, a Portaria nº 30, de 25 de setembro de 1989, da DINAL, estende o uso da tecnologia da radiação de alimentos para frutos (como o abacate, o abacaxi, banana, caqui, goiaba, laranja, limão, manga, melão e tomate) a partir da aplicação de Raios Gama de ^{60}Co ou ^{137}Cs ou raios de elétron com a energia de radiação até 10 MeV.

A legislação brasileira segue as recomendações internacionais sugeridas pela FAO, IAEA e Codex da ONU. Atualmente, todas as normas para o emprego da irradiação estão descritas na Resolução RDC nº21 da ANVISA, de 26 de janeiro de 2001 (DOU de 29 de janeiro de 2001) que considera a atualização e o avanço dos estudos sobre a irradiação de alimentos para a aprovação de um regulamento técnico (art. 1º), estabelecendo normas para as instalações e controle do processo de irradiação de alimentos que, segundo a resolução, não substitui as boas práticas de fabricação ou boas práticas agrícolas. Deve constar na embalagem: "ALIMENTO TRATADO POR PROCESSO DE IRRADIAÇÃO", com as letras de tamanho não inferior a um terço (1/3) do da letra de maior tamanho nos dizeres de rotulagem (ANVISA, 2001).

2.2.4 Fontes de Radiação na Irradiação Alimentar

A tecnologia de irradiação alimentar é uma tecnologia que consiste em submeter o alimento (embalados ou a granel) a uma quantidade minuciosamente controlada de radiação ionizante de acordo com tempo e os objetivos previamente predeterminados. A Aplicabilidade da irradiação promove o aumento do tempo de vida útil dos alimentos, além de torná-los mais seguro ao consumo humano (FDA, 2013).

A irradiação de alimentos compreende a utilização de uma fonte de energia oriunda de raios gama (emitidos pelos radionuclídeos ^{60}Co e ^{137}Cs); raios-X (máquinas operadas com energia máxima de 5 MeV) ou acelerador de elétrons (máquinas com energia máxima de 10 MeV). Este processo é um método efetivo e muito difundido mundialmente, devido à vantagem que apresentam, em relação aos métodos convencionais de processamento tais como a desidratação. (COSTA, et al., 2013).

Em geral, a escolha entre o mecanismo a ser utilizado seja este o emprego de radionuclídeos ou aceleradores de elétrons utilizando diretamente os elétrons acelerados ou convertendo-os em raios X de variada energia, se baseia nas características de cada

procedimento; objetivos a serem atingidos e no aproveitamento integral da potência da instalação (Quadro 1) (FDA; COSTA et al,2013).

Quadro 1. Caracterização das Fontes de Radiação Utilizadas para Tratamento de Alimentos.

CARACTERÍSTICAS	RADIONUCLIDEO	ACELERADOR
Radiação	Monoenergética	Elétrons com energia de até 10 MeV, mais os raios X.
Poder de penetração	Alto	Baixo com elétrons; alto com raios X
Operação	Continua	Descontínua
Tratamento	Em grandes volumes	Em lâminas delgadas. Com raios X podem ser tratados grandes volumes
Supervisão	Praticamente Automática com necessidade de operários para carga e descarga.	Contínua. Necessidade de pelo menos 1 operário por turno de trabalho
Consumo	Fonte radioativa reposição periódica	Energia elétrica

Fonte: Adaptado pelo Autor de FDA ,2013.

A radiação gama (γ) por definição terminológica corresponde a uma onda eletromagnética, proveniente do núcleo excitado de alguns elementos radioativos. Devido ao fato de possuir uma alta energia tem a capacidade de penetrar na matéria de modo mais intenso do que as radiações alfa e beta. A radiação gama pode ser obtida, por meio da emissão de um isótopo radioativo, tais como, por exemplo Cobalto-60, o Irídio-192 e o Césio-137 (OMAYE ,2014).

O uso da radiação gama como forma de tecnologia de conservação de alimentos está basicamente ligado a três fatores: tipo de alimento a ser irradiada, a dose a ser aplicada e o tempo de exposição do alimento à fonte. Os processos que utilizam a radiação gama no contexto alimentar têm crescido significativamente em todo o mundo por ser: aplicados a alimento embalado ou a granel (podendo ser consumido após a exposição); por atingir uma profundidade de até 20 cm e a utilização pode ocorrer em grandes ou pequenas quantidades (FANTE,2015).

As fontes de radiação gama mais utilizadas na irradiação alimentar pela maioria das usinas são o ^{60}Co e o ^{137}Cs (a energia liberada pelos átomos é da ordem de 1,33 MeV e 0,66 MeV respectivamente). Essas fontes de isótopos não permitem o desligamento, razão pela qual são mantidas blindadas em um tanque de água localizado abaixo da área de processo para permitir a aproximação do operador da máquina e quando o irradiador está em funcionamento ocorre a elevação da fonte, sendo o alimento embalado transportado por esteira automática

através do campo de irradiação de rota circular que permite maior uniformidade e eficiência do processo (Quadro 2) (Figura 7) (EHLERMANN,2015).

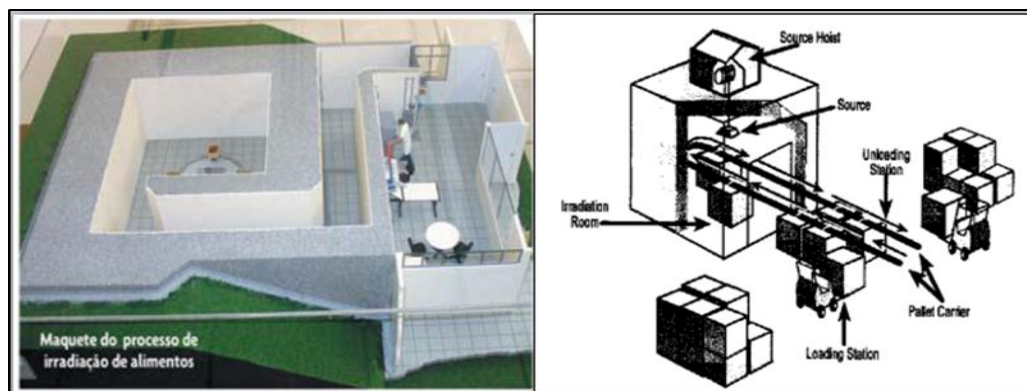


Figura 7. Instalação de Irradiação Alimentar.
Fonte: GODOY e DA MATTA,2014.

Quadro 2. Comparação e Caracterização entre o ^{60}Co e ^{137}Cs

Características	^{60}Co	^{137}Cs
Forma da fonte	Metal	Cloreto de Sódio
Origem	Cobalto natural	Produto da fissão nuclear do urânio
Meia-vida	5,3 anos	30 anos
Dcaimento	12,39% ao ano	2,28% ao ano
Produção	Por ativação com nêutrons do ^{60}Co num reator nuclear	Separação por métodos químicos dos outros subprodutos do combustível nuclear
Energia dos fótons	1,17 MeV + 1,33 MeV	0,66 MeV
Produto final	$^{28}_{60}\text{Ni}$	$^{137}_{56}\text{Ba}$
Solubilidade em água	Nula	Rápida
Atividade específica	Até 400 Ci/g	25 Ci/g
Vantagens	Alto poder de penetração dos raios gama e fornecimento de boa uniformidade de dose	Alto poder de penetração dos raios gama (menor quando comparado com o poder de penetração do ^{60}Co); Boa uniformidade de dose; necessidade de recarregamento da fonte, de somente 2,3% ao ano.
Desvantagens	Necessidade de reabastecimento anual de 12% da fonte; Velocidade de irradiação um pouco lenta quando comparada com a irradiação com feixes de elétrons; Fonte não pode ser "desligada" quando não está em uso; Radiação	Velocidade de irradiação um pouco lenta quando comparada com a irradiação com acelerador de elétrons; Disponibilidade de poucas usinas de reprocessamento a nível mundial; risco ambiental consideravelmente alto; Radiação emitida não pode ser

	emitida não pode ser direcionada somente ao produto.	direcionada somente ao produto; a fonte não pode ser "desligada" quando não está em uso.
--	--	--

Fonte: Adaptado pelo Autor de FDA,2013.

No tocante a irradiação alimentar por fonte de radiação gama, o cobalto-60 corresponde à fonte radioativa mais utilizada por: produzir raios gama com energia adequada de 1,17 MeV e 1,33MeV; apresentar boa disponibilidade; possuir forma metálica; ser insolúvel em água; ser considerado seguro ambientalmente; alta disponibilidade; e baixo custo em relação às demais fontes. Os raios gamas produzidos pelo Cobalto-60 são altamente penetrantes e podem ser utilizados em caixas cheias de alimentos quer estejam estes frescos ou não (Figura 8) (FANTE, 2015).

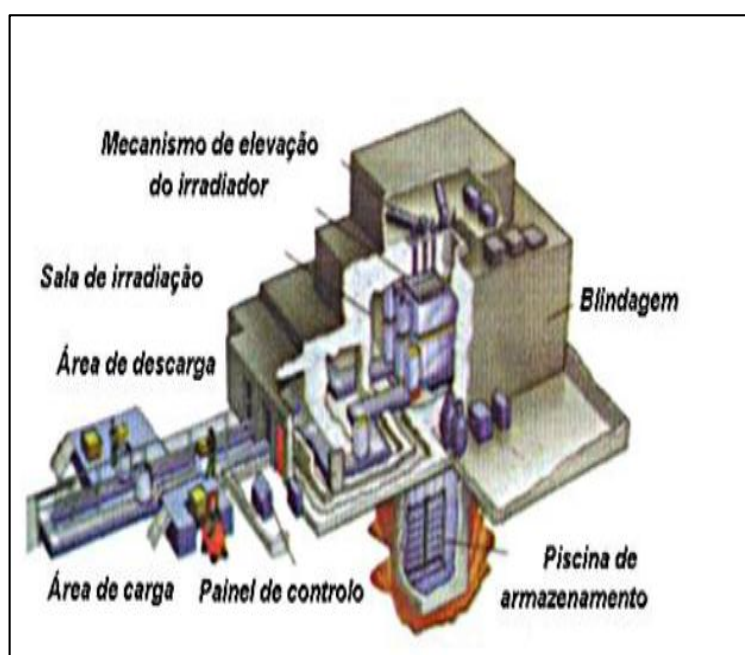


Figura 8. Irradiação Gama por Cobalto -60.

Fonte: GODOY e DA MATTA,2014.

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. Os elétrons não possuem poder de penetrabilidade alto, na matéria, como a radiação gama ou os raios X. A aplicabilidade para promoção de irradiação em escala comercial reside na esterilização de suprimentos médicos, embalagens de materiais, medicina nuclear (radioterapia), entre outras aplicações. No âmbito da indústria alimentícia

são particularmente utilizados para o tratamento de grãos e rações animais que podem ser processadas em camadas finas (Figura 9) (FANTE,2015).

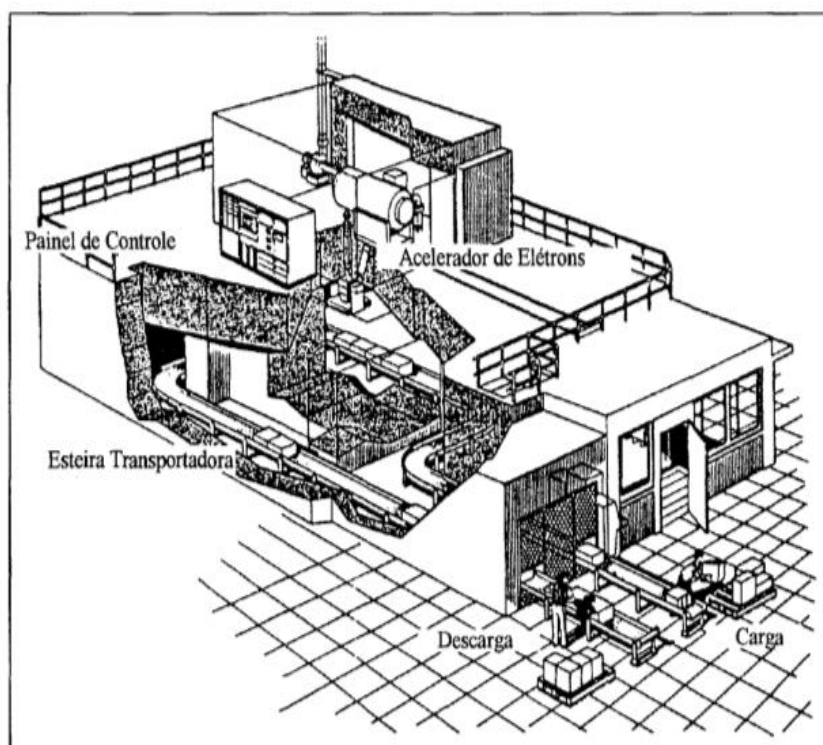


Figura 9.Sistema de Irradiação Alimentar por Acelerador de Elétrons
Fonte: GODOY e DA MATTA,2014.

Os raios X são menos penetrantes que os raios gama oriundos do ^{60}Co e com maior penetrabilidade do que os feixes de elétrons produzidos pelos aceleradores. Em função de seu poder de penetração, podem atravessar corpos, paredes, objetos metálicos e produtos alimentícios com até 30 cm de espessura que podem ser irradiados sem dificuldades. Atualmente os equipamentos existentes de raios X são utilizados somente para irradiação de alimentos com fins experimentais e não para atender escalas comerciais (GCIIA,2016).

As diferentes fontes de radiação destinadas à irradiação alimentar apresentam diferenciações em uma gama de aspectos essenciais ao prévio entendimento e desmitificação da utilização da radiação ionizante no campo alimentício (Quadro 3). Entretanto, enfatiza-se que a irradiação de alimentos é um método versátil, seguro, ambientalmente limpo e energeticamente eficiente e que não traz toxicidade ao ser humano. Durante o processo de irradiação, preconiza-se que não sejam utilizadas doses muito altas, para que o alimento não sofra alteração significativa em seu valor nutricional, uma vez que os macronutrientes são relativamente estáveis (COSTA, et al., 2013).

Quadro 3. Diferenciação entre as Fontes da Irradiação Alimentar.

Fontes de radiação	Características	Vantagens	Desvantagens
Cobalto -60	Alto poder de penetração; Fonte radioativa permanente; Alta eficiência; Necessário ir repondo a fonte	Penetrabilidade alta; Fornecimento de boa uniformidade de dose; Tratamento de produtos de tamanhos, densidade e forma variáveis; Uso satisfatório em aplicações similares e baixo risco ambiental.	Necessidade de reposição de fonte; Velocidade de irradiação lenta; Impossibilidade de desligamento da fonte.
Acelerador de Elétrons	Baixo poder de penetração; Alta eficiência; São necessários sistemas de refrigeração complexos tecnicamente.	Desligamento possível quando não estão em operação; Alto rendimento; Ausência da necessidade de substituição da fonte; Fácil disponibilidade dos equipamentos; Alta taxa de produtividade; Posicionamento dos feixes de elétrons diretamente nos produtos; Não fuga de radiação.	Baixo poder de penetração dos feixes de elétrons; Complexidade tecnológica; Necessidade de manutenção regular dos equipamentos; Grande necessidade de potência energética e de resfriamento.
Raios X	Alto poder de penetração; Baixa eficiência, alto rendimento; São necessários sistemas de refrigeração	Desligamento possível quando não estão em operação; Alto rendimento; Ausência da necessidade de substituição da fonte; Fácil disponibilidade dos equipamentos; Alta taxa de produtividade; Posicionamento dos raios x diretamente nos produtos; Não fuga de radiação	Baixo poder de penetração dos feixes de elétrons; Complexidade tecnológica; Necessidade de manutenção regular dos equipamentos; Grande necessidade de potência energética e de resfriamento.

Fonte: Elaborado pelo autor seguindo as fontes abordadas no estudo ,2018.

2.2.5 Procedimentos de Irradiação Alimentar

O tratamento do alimento por irradiação com radiação ionizante está sendo cada vez mais reconhecido como um meio de reduzir enfermidades e custos médicos associados através da inativação de protozoários causadores de doenças em peixes, aves domésticas, mariscos e carne vermelha. Além de reduzir perdas pós-colheita de frutas, grãos e especiarias e estendendo o período temporal para o consumo; entretanto não atua invertendo o processo de decomposição alimentar (OMAYE, 2014).

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 (Figura 10 à 13) (Tabela 2) (DIEHL e JOSEPHSON, 2014).

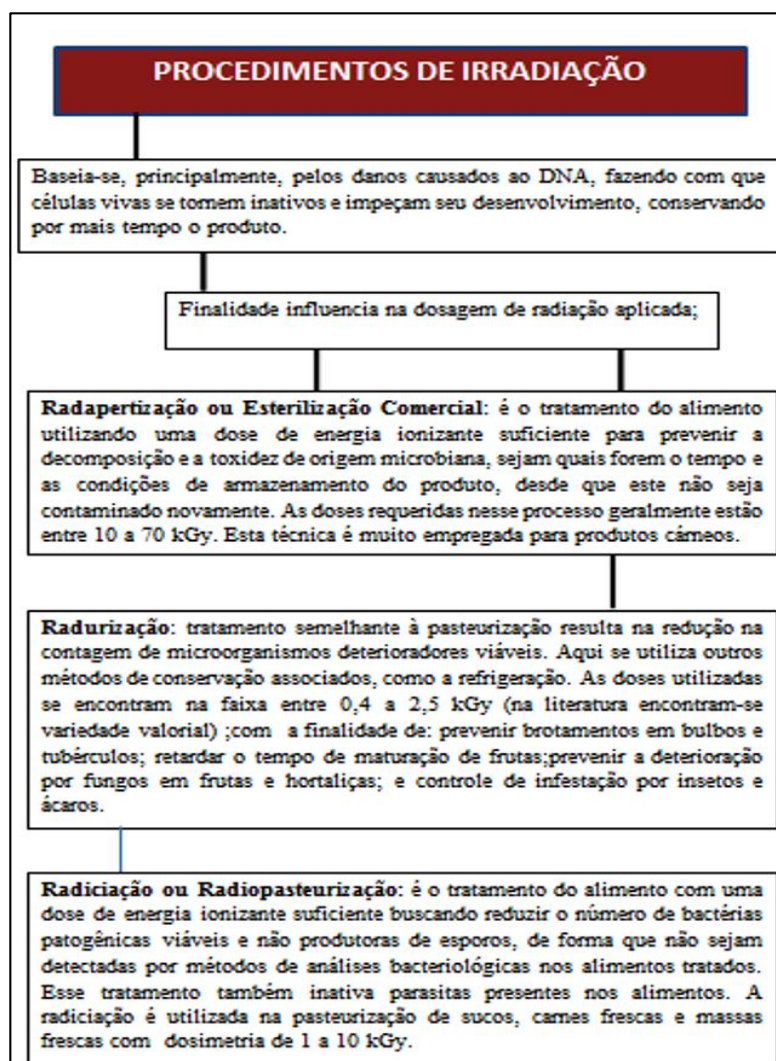


Figura 10. Procedimentos de Irradiação Alimentar.

Fonte: Autor a partir EHLERMANN(2015).



Figura 11. Radapertização em Produtos Cárneos.
Fonte: GODOY e DA MATTA, 2014.



Figura 12. Radurização em Produtos Alimentícios.
Fonte: CTEx ; GODOY e DA MATTA, 2014.



Figura 13. 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.

Tabela 2. Procedimentos e Aplicação da Irradiação nos Alimentos

Tipo de Tratamento	Aplicação	Dose (kGy)	Alimentos
Radurização	Inibição da germinação; Retardo da maturação; Morte ou esterilização sexual de insetos e parasitas para substituição do período de quarentena; Prevenção da disseminação de pestes e insetos transmissores de doenças.	Até 1 kGy	Batata, cebola, alho, cereais, farinha e frutas.
Radicidação ou Radiopasteurização	Redução da população de bactérias e fungos; Destruição de microorganismos e patógenos; Aumento do tempo de armazenamento.	1 – 10 kGy	Carne, peixe, mariscos, vegetais, frutas e especiarias.
Radapertização ou Esterilização Comercial	Esterilização industrial; Descontaminação de microorganismos incluindo patógenos.	10 – 50 kGy	Carnes, dietas hospitalares e outros produtos processados.

Fonte: Adaptado pelo Autor de GCIIA,2016)

2.2.6 Aplicações da Irradiação no Contexto Alimentar

Antes dos alimentos serem expostos a radiações ionizantes, devem ser seguidas algumas etapas, assim como acontece com os alimentos congelados e enlatados (FANTE, 2015): seleção (os alimentos devem ser bem selecionados, quanto à sua frescura e a outras qualidades desejáveis; limpeza (remoção de quaisquer sujidades); embalagem (colocação em embalagens que irão protegê-los contra contaminações após a irradiação); branqueamento ou tratamento térmico (doses esterilizantes de radiação ionizante são insuficientes para inativa enzimas naturais dos alimentos).

Tabela 3. Efeito da Irradiação Ionizante na Durabilidade Alimentar

Produto	Vida útil sem irradiação	Vida útil com irradiação
Alho	4 Meses	10 Meses
Arroz	1 Ano	3 Anos
Banana	15 Dias	45 Dias
Batata	1 Mês	6 Meses
Cebola	2 Meses	6 Meses
Farinha	6 Meses	2 Anos
Legumes e Verduras	5 Dias	18 Dias
Papaia	7 Dias	21 Dias
Manga	7 Dias	21 Dias
Milho	1 Ano	3 Anos
Frango refrigerado	7 Dias	30 Dias
Filé de pescada refrigerado	5 Dias	30 Dias
Morango	3 Dias	21 Dias
Trigo	1 Ano	3 Anos

Fonte: COSTA et al ,2013.

A quantificação das doses de radiação pode ser considerada utilizando a função da energia absorvida pelo produto irradiado Quando a radiação ionizante penetra no alimento toda ou parte da energia é absorvida por esse meio; a unidade com a qual a dose absorvida é mensurada é o Gray (Gy) ou kilogray (kGy) onde: uma unidade Gy indica absorção de 1 J (Joule)/kg de alimento (Quadro 4) (USP/CENA 2013; GCIIA,2016).

Quadro 4. Correlação entre as Aplicações e a Dose na Irradiação Alimentar

Limite de dose	Propósito	Limite de dose (kGy)	Exemplos
Dose baixa (<1 kGy)	Inibição da germinação;	0,05-0,15	Batatas, alho, cebolas; Cereais, frutos secos, carne de porco; Frutos frescos e vegetais.
	Desinfestação de insectos e parasitas;	0,15-0,50	
	Retardamento do amadurecimento.	0,50-1,00	
Dose média (1-10 kGy)	Diminuição do desenvolvimento microbiano;	1,0-3,0	Peixe, morangos; Aves, mariscos; Ervas, especiarias;
	Redução dos patogénicos não esporolados;	2,0-7,0	
	Redução microbiana nos produtos secos	7,0-10,0	
Dose alta	Esterilização	25,0-50,0	Refeições dietéticas estéreis;
Dose muito alta	Redução ou eliminação de vírus contaminantes	10,0-100,0	

Fonte: FANTE 2015; GRANDISON,2016.

2.2.7 Vantagens e Desvantagens da Irradiação Alimentar

De acordo com a dose de aplicação, a irradiação pode atuar duplicando ou triplicando o tempo de estocagem de produtos alimentícios – permitindo seu transporte por longas distâncias, matar os insetos invasivos das frutas e vegetais, e combater a contaminação resultante da falta de higiene na produção de carnes industrializadas – eliminando patógenos de origem alimentar (DIEHL e JOSEPHSON, 2014). 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 (Tabela 4) (FANTE, 2015).

Tabela 4. Vantagens e Desvantagens da Irradiação Alimentar

VANTAGENS
Técnica segura de proteção e conservação dos alimentos;
Garantir a qualidade higiênica dos alimentos;
Inibição das enzimas;
Não provoca alterações sensoriais e nem modifica as características nutricionais dos alimentos irradiados sejam de origem animal ou vegetal;
Processo a frio;
Aumenta o tempo de comercialização de frutas, verduras e hortaliças;
Substituição do uso de aditivos químicos;
Permite a irradiação de produtos refrigerados e congelados;
Reduz as perdas por maturação e envelhecimento do produto;
Retardo da maturação
Destruir bactérias prejudiciais à saúde humana;
Destruir microorganismos causadores de intoxicação alimentar;
Ausência de manipulação durante o processo de irradiação;
Eliminar as bactérias patogênicas;
Inativa parasitas presentes nos alimentos;
Prevenir brotamentos em bulbos e tubérculos;
Controle de infestação por insetos e ácaros;
Não representa risco toxicológico à população;
Aumentar a poupança de energia;
DESVANTAGENS
Alimentos ricos em gordura não podem ser irradiados;
Não tem potencial de substituição ao uso de agrotóxico;
Formar produtos radiolíticos;
Vitaminas Lipofílicas: degradam-se pelos radicais livres;
Promove a oxidação dos alimentos por produzir reações químicas adversas;
Não é eficaz para impedir mudanças nas carnes como a oxidação dos pigmentos;
Irradiação das gorduras cria radicais livres que oxidam as gorduras, levando à sua rancidez e à

degradação dos alimentos;
Altos custos de capital;
Implementação de uma tecnologia bem sucedida: depende da disponibilidade de uma infraestrutura adequada;
Cultura dos povos avessos à radiação;
Possibilidade de reinfestação por insetos e sobrevivência de microrganismos se ocorre à aplicação de dosagem errada de radiação.

Fonte: Autor a partir dos estudos realizados, 2018.

2.2. 8 Limitações Tecnológicas da Irradiação Alimentar

Ao longo dos anos existe a proliferação de questionamentos dotados de controvérsia sobre os produtos irradiados para finalidade de consumo humano. A presença de radioatividade, as alterações na qualidade nutritiva e organoléptica dos alimentos irradiados, a natureza das embalagens, a segurança microbiológica, os aspectos legais, a segurança do processo e do produto, os fatores relacionados aos equipamentos e o valor dos custos são alguns exemplos (CRISOSTO et al.,2016).

Elevadas doses de radiação nos alimentos promovem a quebra das moléculas longas (como celulose, e hidratos de carbono curtos). Isto implica em algumas frutas e hortaliças perda de textura característica, promovendo o amolecimento dos mesmos. A irradiação em gorduras origina radicais livres (responsáveis pela oxidação) o que resulta na rancificação (DIEHL,2017)

A irradiação alimentar promove quebra de proteínas e destruição de uma parte das vitaminas (nomeadamente a A, B, C, E e K). As vitaminas A, B1 (tiamina), E e K são relativamente sensíveis e dependendo da complexidade do sistema alimentar são solúveis em: água ou na gordura e na atmosfera na qual ocorre a irradiação. Nos produtos originados de carne, a esterilização de alta dose de irradiação pode induzir a sabores desagradáveis (EHLERMANN, 2015).

Entretanto deve-se ressaltar que as alterações abordadas acima só acontecem acima das dosimetrias que ultrapassam o valorial recomendado. Se os níveis de irradiação usados no processamento forem adequados, assegura-se que a ocorrência destas deteriorações não alcançam níveis mais elevados do que noutros métodos de conservação de alimentos (FELLOWS, 2016).

Outra limitação da irradiação reside no fato das doses recomendadas para o processamento alimentar não eliminar todos os microrganismos e nem as suas toxinas; as baixas doses não destroem todos os esporos de bactérias. A irradiação não previne a

proliferação posteriormente isto residindo no fato dos alimentos na grande maioria não serem armazenados corretamente para evitar a sua deterioração e a perda de valor nutritivo (DIEHL, JOSEPHSON, 2014)

Uma dose demasiadamente elevada de radiação pode afetar qualidades sensoriais do alimento, enquanto uma dose muito baixa não permite a conservação deste. No tocante à utilização do procedimento de irradiação em frutas, é difícil prever os efeitos produzidos por dosimetria elevada de radiação, visto que depende do estado fisiológico dos frutos e da sua susceptibilidade aos microrganismos (GRANDISON, 2016).

Um problema importante para a irradiação de alimentos armazenados em recipientes de plástico é a produção de gases e compostos voláteis (como hidrocarbonetos, cetonas e compostos aromático) que podem migrar para os alimentos e afetar a sua qualidade; uma vez que, em alguns casos a irradiação ocorre na altura do processamento quando os alimentos já estão embalados. O efeito da irradiação sobre filmes plásticos depende da: natureza da embalagem; temperatura; conteúdo de oxigênio durante o tratamento; a dose absorvida na realidade e a que entrou em contato com os alimentos (GRIFFIN e SOBAL, 2015).

A irradiação pode induzir a formação de algumas substâncias (produtos radiolíticos) na constituição dos alimentos. Entretanto, não há evidências científicas entre a associação entre a presença dos mesmos e efeitos nocivos aos seres humanos (FANTE, 2015).

Os problemas tecnológicos a despeito da irradiação de alimentos reside na necessidade da execução em instalações licenciadas pela autoridade competente mediante expedição de Alvará Sanitário, após autorização da Comissão Nacional de Energia Nuclear e cadastramento no órgão competente do Ministério da Saúde. Assim as instalações devem ser projetadas de modo a cumprir os requisitos de segurança radiológica, eficácia e boas práticas de manuseio. A dificuldade de obtenção de licenciamento influencia no número de instalações presentes ao redor do cenário mundial (COSTA et al, 2013).

3 METODOLOGIA

3.1 Definição do Tipo de Estudo

Trata-se de uma revisão bibliográfica descrita como um estudo envolvendo livros e artigos científicos para compor o referencial teórico, mostrando uma visão ampla acerca de determinado assunto. A revisão é conduzida por uma questão de pesquisa construída de maneira clara e guiada por métodos explícitos para identificar, organizar e sintetizar a literatura relevante ao tema (MENDES; SILVEIRA; GALVÃO, 2008).

O estudo realizado foi desenvolvido através de um processo de análise sistemática e síntese, seguindo o formato de Revisão Integrativa. Esse tipo de revisão permite a inclusão de estudos experimentais e não experimentais; literatura teórica e empírica, realizando assim uma abordagem extensiva, para uma apreender completamente o fato abordado. Além disso, esse formato visa oferecer aos profissionais das mais diversas especialidades que atuam em áreas da saúde, um acesso rápido aos resultados de pesquisas, os quais podem auxiliar em tomadas de decisões, proporcionando um saber crítico, buscando reduzir incertezas sobre práticas realizadas, ações e intervenções que poderiam resultar em um cuidado mais efetivo e eficiente na saúde (SOUZA, SILVA, CARVALHO; 2010).

Após a leitura prévia das publicações científicas elegidas observou-se a probabilidade de realizar uma pesquisa ação como aliada na obtenção do que se pretende como objetivo principal deste estudo. A pesquisa pode ser classificada como pesquisa-ação, quando ocorrer o engajamento dos participantes e união da pesquisa à prática, isto é, desenvolver o conhecimento e a compreensão como parte da prática. Além de possibilitar que o pesquisador intervenha dentro de uma problemática social, analisando-a e anunciando seu objetivo de forma a mobilizar os participantes a construir novos saberes (PIMENTA et al., 2008).

A pesquisa ação com introdução de folder explicativo no formato de história de quadrinhos busca contribuir com o alcance máximo dos objetivos propostos neste estudo congregando: reflexão sobre a realidade vivenciada; participação no estabelecimento de um cōnscio modificador nos novos profissionais de radiodiagnóstico por meio do fornecimento de esclarecimentos científicos, formando novas opiniões sobre a temática; e instituição do pensamento que o ato de pesquisar e a ação podem e devem caminhar juntos.

3.2 Levantamento de Produções Científicas

O levantamento bibliográfico nas bases de dados: Scientific Electronic Library Online (SCIELO), Literatura Latino-americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS) e MEDLINE via PUBMED contemplou publicações científicas do período de 2012 a 2018 (totalizando 5 anos), utilizando-se os seguintes descritores: irradiação; radiação; radiação ionizante e alimentos. A busca eletrônica nos referidos bancos de dados ocorreu no mês de abril de 2018.

Para a seleção das fontes, foram considerados como critérios de inclusão as bibliografias: redigidas em inglês/ português; disponibilidade na íntegra; pelo menos um dos descritores no título; e que abordassem a temática proposta. Os critérios de exclusão, após a verificação de título e resumo, foram em relação àquelas bibliografias que: não atenderam à temática; o direcionamento do texto não contemplava os objetivos propostos; e com indisponibilidade de quaisquer conteúdos para posterior consulta. A partir disso, foram selecionados 12 artigos como corpus de análise (Figura 14).

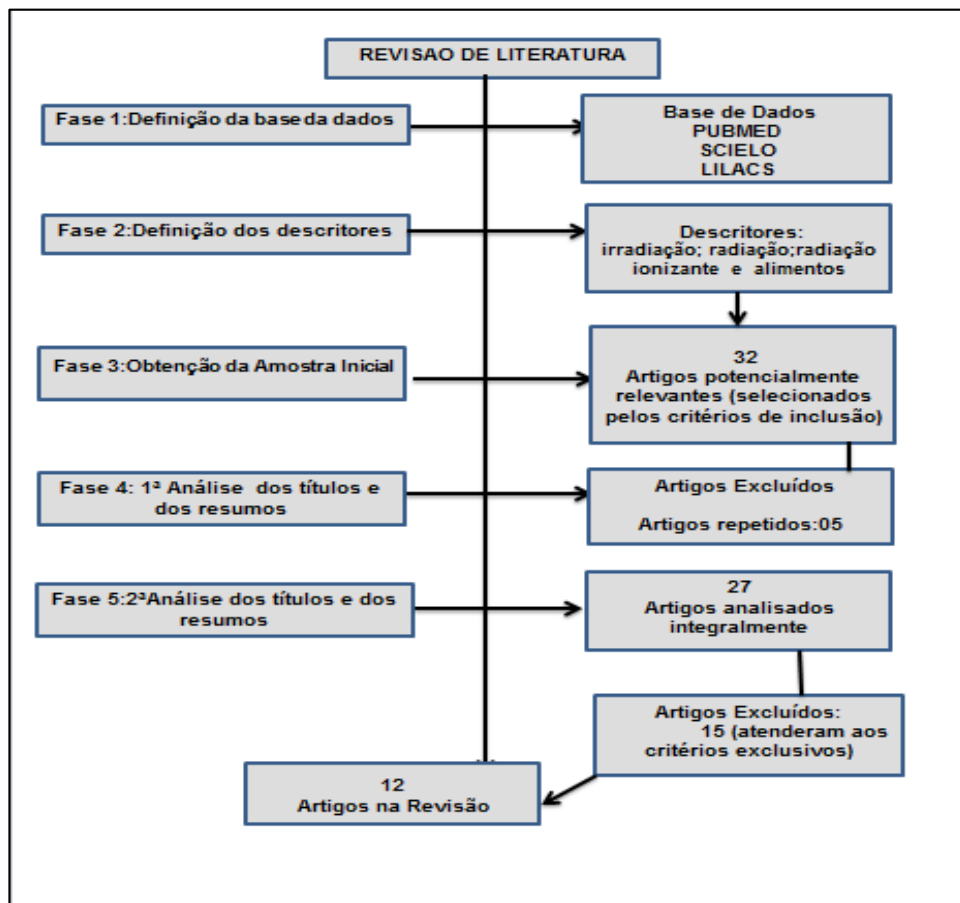


Figura 14. Fluxograma do Percurso Metodológico da Pesquisa
Fonte: Pesquisa Direta realizada pelo autor, 2018.

3.3 Coleta de Dados

A coleta de dados seguiu a seguinte premissa:

- a) Leitura Exploratória de todo o material selecionado (leitura rápida que objetiva verificar se a obra consultada é de interesse para o trabalho);
- b) Leitura Seletiva (leitura mais aprofundada das partes que realmente interessam);
- c) Registro das informações extraídas das fontes em instrumento específico (estabelecimento das categorias de análise temática).

3.4 Descrição da Amostra Bibliográfica do Estudo

As publicações científicas reunidas seguindo as etapas da coleta de dados descritas previamente acima foram primariamente caracterizadas por: dados do ano de publicação; local de obtenção e tipo de escopo metodológico buscando auxiliar na compreensão dos resultados (Tabela 5).

Tabela 5. Distribuição dos Artigos quanto ao Ano de publicação, Escopo Metodológico e Fonte de Origem

Ano	Fonte de Origem	Escopo Metodológico	Quantidade
2012	LILACS	Tese	1
	SCIELO	Artigo	2
2013	SCIELO	Artigo	1
	LILACS	Dissertação de Mestrado	1
		Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)	1
2014	LILACS	Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)	1
	SCIELO	Artigo	1
2015	PUBMED	Artigo	1
2016	PUBMED	Livro	1
2017	SCIELO	Artigo	1
	LILACS	Dissertação	1

Fonte: Autor, 2018.

Com relação à localidade dos estudos buscando propiciar amplitude geográfica ao alcance dos objetivos propostos ocorreu a seleção de publicações científicas em outros países: Portugal (2) e Estados Unidos (1). No âmbito brasileiro, contemplaram-se os mais diversos

estados brasileiros, ficando o Estado de São Paulo com a maioria das divulgações (3) , seguido do Maranhão (2) e os demais: Goiás, Pará, Paraná e Pernambuco com apenas uma divulgação.

O meio de divulgação tratou-se de base de dados indexados SCIELO, LILACS e PUBMED com diferente escopo metodológico; o que vem de encontro ao exposto por MENDES; SILVEIRA; GALVÃO, 2008(p, 105) “a diversidade do sistema de amostragem é a principal característica desse método de revisão, assim, o revisor pode incluir estudos com diferentes delineamentos de pesquisa”.

3. 5 Análise e Interpretação dos Resultados

Nesta etapa foi feita a leitura analítica com a finalidade de ordenar e sumariar as informações contidas nas fontes, de forma que estas possibilitassem o alcance dos objetivos propostos.

3.6 Discussão dos resultados

Após executada a leitura minuciosa das publicações científicas e, por conseguinte buscando a facilitação de entendimento da temática, estabeleceu-se a classificação das pesquisas de interesse para este estudo por: autores /ano, país, metodologia aplicada, objetivos e conclusões. Ao término do recorte dos dados, ordenamento do material e classificação por similaridade semântica, as publicações foram agrupadas conforme semelhança de conteúdo, as quais foram distribuídas em 4 categorias de análise temática.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção científica referente à irradiação alimentar desperta cada vez mais o interesse dos pesquisadores, visto que, a referida temática implica no estímulo para a discussão entre os vários segmentos ou grupamentos populacionais por tratar-se de um assunto extremamente relevante no panorama da distribuição dos alimentos ao redor do mundo.

A tecnologia de irradiação de alimentos é considerada segura ao ambiente e a saúde dos seres humanos sendo regulada por instituições como a OMS (Organização Mundial de Saúde) e a FDA (Food and Drug Administration). O desenvolvimento de estudos contemplando a irradiação alimentar resulta na obtenção de conhecimentos técnicos científicos essenciais para a derrubada de crendices a respeito da associação do alimento irradiado como contaminado por radiação.

Para a realização da análise e discussão das publicações científicas (artigos, livro, dissertações e tese), levou-se em consideração: autor, título e o ano de publicação; metodologia aplicada; objetivos; e conclusões. Partindo dessas variáveis, foi possível constatar a seguinte distribuição das variáveis (Quadro 5):

Quadro 5. Caracterização das Publicações Científicas que constituem o Corpo do Estudo.

AUTOR/ ANO DE PUBLICAÇÃO	METODOLOGIA APLICADA	OBJETIVOS	CONCLUSÕES
Aceitação de Alimentos Irradiados: Uma Questão de Educação (MONDANEZ, 2012)	Pesquisa de levantamento sistemático da literatura específica e abordagem quantitativa.	Avaliar a aceitação de consumidores brasileiros em relação aos alimentos irradiados e Verificar as informações que eles receberam sobre o processo de irradiação de alimentos durante o período escolar	A educação é de fundamental para a aceitação da irradiação por parte dos consumidores contribuindo na desmitificação da mesma.

Radiação Ionizante na conservação de alimentos: Revisão (LIMA et al.,2012)	Pesquisa de Revisão de Literatura	Verificar a eficiência da radiação ionizante nas características nutricionais dos alimentos	Excelente método de conservação de alimentos. O uso da radiação ionizante no comércio têm progresso devido às interpretações errôneas dos consumidores.
Emprego da técnica de radiação ionizante em alimentos industrializados (VICENTE E SALDANHA, 2012)	Pesquisa de Revisão Bibliográfica	Contemplar aspectos teóricos da técnica de radiação ionizante nos alimentos.	A irradiação pode ser útil no controle da estocagem e distribuição de alimentos.
O uso da radiação gama como tecnologia inovadora para a engenharia de produto na indústria de alimentos (MARQUES, e COSTA, 2013)	Pesquisa Bibliográfica	Analisar a utilização da irradiação na indústria de alimentos.	A Irradiação, independente da forma utilizada, consegue manter os alimentos por mais tempo próprio para o consumo.
Processos Emergentes de Produção e Conservação de Alimentos (FAUSTINO, 2013)	Pesquisa Bibliográfica e de Campo com abordagem quantitativa.	Conhecer o comportamento dos consumidores portugueses em relação a irradiação.	A informação que existe no nosso país acerca da irradiação é reduzida. A educação é necessária para o sucesso dos alimentos irradiado.
A importância do Uso da Radiação Ionizante para a Conservação de Alimentos (BARRETO et al.,2013)	Pesquisa bibliográfica	Destacar a importância do uso da radiação ionizante para a conservação de alimentos	Os alimentos irradiados mantêm o sabor e consistência, beneficiando os consumidores.

Avaliação da irradiação como método de conservação pós-colheita de mini tomates e concepção da opinião de consumidores sobre alimentos irradiados (RODRIGUES,2014)	Pesquisa de campo e de abordagem quanti-qualitativa com estudo experimental de irradiação.	Avaliar a irradiação como método de conservação pós-colheita e de preservação dos compostos bioativos.	O método de irradiação necessita de maiores esclarecimentos e fornecimento de informações à população em geral.
Os Mitos e as Verdades da Irradiação de Alimentos (NUNES et al, 2014)	Pesquisa de Campo Qualitativa	Descrever os benefícios e a aplicação da irradiação dos alimentos para a população.	A irradiação dos alimentos é capaz de minimizar as bactérias prejudiciais à saúde.
Consumo de Alimentos Irradiados: Desafios de Credibilidade e Confiança (LACERDA E LEITE 2015)	Pesquisa de Revisão Bibliográfica	Abranger a posição e a tendência sobre alimentos que utilizem a irradiação como método de conservação.	Melhor forma para introduzir na sociedade tecnologias emergentes como a irradiação de alimentos é a educação dos consumidores. a educação dos consumidores para que tenham uma percepção dos benefícios e dos riscos de determinada tecnologia.
The Potential of Food Irradiation: Benefits and Limitations (MOSTAFAVI et al.,2016)	Pesquisa de Revisão de Literatura	Relatar os potenciais e os benefícios da irradiação alimentar.	A irradiação nos alimentos não causa perdas nutricionais
Irradiação de Alimentos: uma revisão bibliográfica (VIEIRA et al, 2017).	Pesquisa de Revisão Bibliográfica	Analisar as produções científicas sobre a irradiação em alimentos	Necessidade de pesquisas sobre a irradiação para desmitificar esta tecnologia.
Utilização da irradiação em alimentos: Avaliação das alterações químicas e seu	Pesquisa de Campo com destaque trabalho experimental	Relacionar a influência da irradiação com diferentes doses de KGy em	Irradiação não afetou o teor de compostos bioativos, tendo sido favorável no

potencial antioxidante (MÂCEDO, 2017)		sementes edíveis (abóbora e feijão mungo) com possíveis perdas nos teores de compostos bioativos e respetiva atividade antioxidante.	acréscimo dos mesmos.
--	--	---	--------------------------

Fonte: Próprio Autor, 2018.

De acordo com o quadro supracitado, no entanto, nos diferentes estudos realizados, a mesma é considerada como uma tecnologia eficiente no alcance de qualidade e segurança dos alimentos. A importância que a educação promove na desmitificação da técnica de irradiação bem como os benefícios para os alimentos são exaustivamente destacados nos estudos abordados.

Baseando-se principalmente no preceito de contribuir e elencar conhecimentos a respeito da temática em estudo, para melhor compreensão definiu-se grupos temáticos para discussão dos achados. Na definição destes grupos temáticos, elegeram-se aspectos pertinentes, inter-relacionados e com implicação direta no prévio entendimento do estudo, sendo estes: efeitos da irradiação nos alimentos; doses recomendadas em cada aplicação da irradiação; contribuições da irradiação no contexto econômico; e atitudes dos consumidores diante dos alimentos irradiados.

4.1 Efeitos da Irradiação nos Alimentos

Segundo Lima et al (2012), as características sensoriais dos alimentos relacionam-se à coloração, consistência, aroma e sabor característicos, dentre outras percebidas pelos cinco sentidos humanos; a conceituação terminológica das características nutricionais de um alimento reside na determinação da composição de proteínas, vitaminas, gorduras e outros componentes. O autor coloca a irradiação por radiação ionizante como uma técnica de processamento não térmico de alimentos com finalidade da obtenção de produtos seguros; no entanto, preconiza-se a aplicação de radiação controladamente para a produção de alterações mínimas nas características nutricionais e sensoriais do alimento irradiado.

Vicente e Saldanha (2012) exaltam durante a pesquisa que no processo da irradiação em alimentos ocorre a alteração da estrutura molecular dos mesmos e consequentemente

obtêm-se: eliminação microbiana; aumento da vida útil do alimento; e inibição da multiplicação dos microrganismos (fungos e bactérias) causadores de deteriorização alimentar. Mondanez (2012) confirma os preceitos de Vicente e Saldanha (2012) e ressalta que o processo de irradiação acarreta alterações químicas mínimas nos alimentos que não são nocivas ou perigosas; a irradiação, entretanto não pode ser aplicada a qualquer tipo de alimento e depende do objetivo de conservação ou maturação pretendido.

Ampliando e corroborando os estudos acima relatados, Marques e Costa (2013) afirmam que a irradiação busca obter qualidade higiênica sanitária e a manutenção do valor nutricional do alimento irradiado com preservação das suas características físicas, químicas, microbiológicas favorece a extensão da vida útil do produto diante de dosagem controlada de radiação.

Barreto et al (2013) enfatiza que técnica da radiação ionizante ou irradiação não promove perdas significativas de nutrientes dos alimentos irradiados, e que existe apenas tão somente alguns efeitos químicos e biológicos. Os achados deste estudo confirmam as conclusões de Mondanez (2012), entretanto no tocante aos procedimentos técnicos e a intensidade da dose de radiação a ser utilizada deve se considerar a natureza dos alimentos.

Nunes et al (2014) discorrem exaustivamente a respeito dos alimentos irradiados por meio de informações bibliográficas que a técnica de irradiação impede que haja prejuízos nos alimentos tanto sensoriais quanto nutricionais por processos fisiológicos naturais (como amadurecimento e brotamento). Rodrigues (2014) afirma que em muitos casos, alimentos irradiados em sua temperatura de armazenamento dentro das condições de normalidade e em embalagens a vácuo durarão mais e manterão por um tempo maior a sua textura original, sabor e valor nutritivo se comparados com os submetidos a procedimentos de pasteurização esterilizado ou enlatados.

Lacerda e Leite (2015); Mostafavi et al. (2016) seguem e discutem embasados na EFSA (2011) colocando que a irradiação alimentar produz um efeito indireto por via de dano aos ácidos nucléicos. Ambos os autores relatam que para que ocorra o procedimento irradiativo com produção de efeito indireto e posteriores alterações nas características nutri-sensoriais alimentares a dose ideal de radiação corresponde a um equilíbrio entre o que é necessário para atingir o objetivo proposto e o que pode ser tolerado pelos alimentos.

Macedo (2017) contempla os achados de Vieira et al (2017) e amplia os mesmos ao resumidamente afirmar que no processo de irradiação a intensidade de radiação elegida deve ser manuseada mediante a natureza do alimento e que diante de alterações nutricionais os

valores são mensuráveis e se enquadram nos mesmos patamares de outros processos conservativos.

4.2 Doses Recomendadas em Cada Aplicação da Irradiação

A atual legislação brasileira autoriza o uso de procedimentos de tratamento para qualquer alimento, considerando de acordo com as normas de boas práticas aplicáveis, não estabelecendo limites quantitativos, "desde que a dose mínima absorvida (quantidade de energia absorvida por unidade de massa) seja suficiente para alcançar a finalidade pretendida; e a máxima seja inferior àquela que comprometeria as propriedades funcionais e/ou os atributos sensoriais do alimento" (RUSIN et al.,2015).

Lima et al (2012) corrobora apenas alguns ensinamentos elencados por Vicente e Saldanha (2012): definição de dose absorvida e a forma de quantificação dosimétrica de radiação na irradiação alimentar. As ressalvas feitas pelos autores reside na ampliação do valor de dose aplicada e a uma correlação com a finalidade pretendida: valor mínimo ser 0,1 kGy (inibição da ação de enzimas responsáveis por alguns processos fisiológicos); entre 1 e 10 kGy (melhoria da qualidade higiênica e a extensão da vida útil dos alimentos); iguais ou superiores a 10 kGy (descontaminação de especiarias e condimentos e destruição de esporos de bactérias).

Mondanez (2012) ao abordar a questão de dosimetria reforça as definições estabelecidas na RDC nº21 da ANVISA e estabelece que a dosagem de radiação deva ser predefinida por finalidade corroborando Filho et al(2012); entretanto classifica a dosagem de radiação em: doses baixas (as menores que 1 kGy); doses médias (as que variam de 1 kGy a 10 kGy); doses elevadas (as maiores que 10 kGy) e exalta o cuidado com as propriedades organolépticas dos alimentos (sensórias e nutricionais).

Marques e Costa (2013) relatam a classificação e dosagem da irradiação utilizada em alimento em graus: baixo (radurização até 1 kGy); médio (radiciação ou radiopasteurização (entre 1 a 10 kGy) e radapertização (superior a 10 kGy).

Barreto et al (2013) amplia os valores de doses abordados por Filho et al(2012) na dose mínima e concorda com a classificação de Marques e Costa (2013), no entanto limita a dose máxima. O autor aborda da seguinte forma: radurização (doses aplicadas estão entre 0,4 a 2,5 kGy); radiciação: (doses empregadas entre 2 e 8 kGy); radapertização (cujas doses se situam entre 25 a 45 kGy).

Faustino (2013) estabelece que os valores de doses devem seguir as recomendações da FDA e buscar proporcionar finalidades de preservação e conservação dos alimentos. Os valores de dose mínima abordados são semelhantes os adotados por Lima et al (2012) e Mondanez (2012) com doses aplicadas entre: mais ou menos 1 kGy e iguais ou superiores a 10 kGy.

Nunes et al (2014) e Rodrigues (2014) colocam que a dosagem de alimentos irradiados deve ser caracterizada por baixas (menores de 1kGy), médias (1-10 KGy) e altas doses (maiores que 10 KGy).

Lacerda e Leite (2015) corroboram todas as afirmativas de Mondanez (2012): doses baixas (as menores que 1 kGy); doses médias (as que variam de 1 kGy a 10 kGy); doses elevadas (as maiores que 10 kGy) e exaltam o cuidado com as propriedades organolépticas dos alimentos (sensoriais e nutricionais).

Mostafavi et al (2016) e Macedo (2017) exalta corrobora com os achados de Mondanez (2012) na caracterização das doses dos alimentos irradiados e estão diretamente relacionadas a múltiplos fatores como: tipo de microrganismo a eliminar; fatores ambientais; teor de humidade do alimento; temperatura usada no decurso do processo de irradiação; presença de oxigénio, dentre outras.

Vieira et al (2017) apoia-se na RDC nº21 da ANVISA para discutir sobre a aplicação das doses nos alimentos e determina que a faixa da irradiação deve ser entre 0,1 e 10,0 kGy. O autor ao realizar o estudo enfatiza exaustivamente que a dose é diretamente proporcional a finalidade pretendida.

4.3 Contribuições da Irradiação no Contexto Econômico

As necessidades mundiais de alimentos exigem o contínuo desenvolvimento de técnicas mais avançadas de processamento e armazenamento, em virtude do crescimento das perdas advindas da ausência ou utilização de tecnologias apropriadas. As técnicas utilizadas no processamento e conservação de alimentos nas indústrias alimentícias são várias, como o resfriamento, pasteurização, congelamento, liofilização, etc (TAHYER, 2012).

Lima et al (2012) busca analisar a participação do processo de irradiação no contexto econômico como tecnologia capaz de fomentar e garantir a segurança alimentar e nutricional das populações e mecanismo eficaz de conservação de alimentos. O autor ressalta que apesar da aprovação e do controle do emprego da irradiação, diversas barreiras ainda persistem e

impedem que os alimentos irradiados alcancem a completa comercialização ao longo do mundo.

Vicente e Saldanha (2012) adota postura semelhante a Filho et al (2012) como defensor das inúmeras contribuições da irradiação na economia e os mesmos enfatizam a grande vantagem da mesma na preservação das características sensoriais e nutricionais de alimentos (origem animal ou vegetal) bem como as contribuições na redução por perdas naturais e o impacto social por meio do combate a fome.

Modanez (2012) congrega os achados de Filho et al (2012) e Vicente e Saldanha (2012), no entanto discute que a ampliação da irradiação no contexto econômico como ferramenta útil e estratégica na :conservação; inibição de brotamento; retardo do amadurecimento de frutos; etc. É limitado por barreiras de natureza técnica ou científica, elevado custo inicial de uso; mistificação da temática e a aceitação pelo consumidor do produto irradiado.

Marques e Costa (2013); Faustino (2013) e Barreto et al (2013) concordam, abordam e defendem exaustivamente a adoção da irradiação como tecnologia capaz de garantir o controle e a qualidade microbiológica dos alimentos favorecendo: a comercialização; contribuições significativas das formas de armazenagem e transporte; desinfestação; inibição de mudanças bioquímicas e da germinação de raízes resultando no prolongamento da durabilidade do alimento. Entretanto os autores elencam que o grupamento de desvantagens da irradiação na economia reside em: altos investimentos; inexistência de mercados consumidores nacionais e internacionais promissores devido a cultura associativa de alimento irradiado como contaminado e perigoso à saúde.

Nunes et al (2014) concordam com as definições dos autores acima e citam que a atuação da irradiação no campo industrial é relevante para o combate aos efeitos maléficos de microrganismos e retardo do amadurecimento de alguns vegetais (especialmente frutas e legumes); entretanto embora mundialmente exista aprovação e controle no emprego da irradiação na economia, a disseminação de comercialização esbarra na dificuldade tecnológica e credences dos consumidores.

Rodrigues (2014) relata por meio de investigação campal que os alimentos irradiados não alcançam a completa comercialização devido as barreiras culturais e socioeconômicas relacionadas à utilização e aceitação pelo consumidor impactando na obtenção de mercados consumidores.

Lacerda e Leite (2015) em sua pesquisa contemplam todas as conclusões anteriormente citadas, mais elencam na discussão textual que a utilização da irradiação de

alimentos comercialmente enfrenta dificuldades para a sua difusão devido a percepção negativa do consumidor frente a esta tecnologia emergente devido a associação de irradiação com radioatividade e riscos à saúde.

Mostafavi et al (2016) cita e discorre sobre a contribuição da irradiação na economia nos campos industrial; comércio interno e externo; farmacêutica, dentre outros. Os autores colocam em seus estudos é necessária a aquisição de credibilidade e confiança por produtores, comerciantes e consumidores finais para que os alimentos irradiados alcancem o ranking de preferência consumista.

Vieira (2017) amplia a discussão iniciada por Mostafavi et al (2016) na utilização da irradiação no contexto econômico da indústria, entretanto exaltam a finalidade conservativa alimentar da mesma; e elucidam que o grande interesse por parte da indústria alimentícia pela irradiação reside na busca incessante pela criação de produtos com menor custo e com shelf life (vida de prateleira) maior para atender aqueles consumidores mais exigentes.

Macedo (2017) coloca a irradiação na economia como procedimento que coopera significativamente tanto na conservação e inocuidade do alimento como na promoção da saúde do consumidor final. O autor cria a tríade da relação entre a irradiação e a comercialização: aumento do prazo de validade do alimento, o atraso do processo germinativo e consequente maturação.

4.4 Atitudes dos Consumidores Diante dos Alimentos Irradiados

Filho et al (2012); Vicente e Saldanha (2012) quando questionados sobre o misticismo que circunda os alimentos irradiados discorrem afirmando que apesar de já ter sido comprovada a segurança da aplicação da radiação ionizante em alimentos aliado a excelência na conservação de alimentos ,a comercialização é reduzida pela falta de informações e às interpretações negativistas dos consumidores.

Mondanez (2012) esclarece descritivamente que o uso comercial da tecnologia de irradiação de alimentos cresce lentamente, devido a interpretações equivocadas por grande parte dos consumidores devido uma ideia preconcebida, advinda da imagem negativa da energia nuclear. A autora coloca em seu referencial textual que a difícil aceitação por parte do consumidor pode ser atribuída à confusão existente entre os termos irradiação e radioatividade, frequentemente relacionados aos riscos à saúde.

Nunes et al (2014) conclui que a maioria das pessoas não conhece o processo de irradiação de alimentos e as que já ouviram falar acreditam que alimentos irradiados significam

o mesmo que alimentos radioativos, evidenciando a falta de informação sobre a tecnologia de irradiação de alimentos.

Rodrigues (2014) mostrou por meio de estudo campal que grande parte da população em geral não possui conhecimento sobre o método de irradiação, necessitando assim maiores esclarecimentos e fornecimento de informações para melhor aceitação e comercialização de forma competitiva no mercado.

Mostafavi et al (2016); Vieira et al (2017); Macedo(2017) partilham do ideal que a atitude do consumidor em relação à segurança e qualidade alimentar promovida é ainda instável isto aliada ao misticismo ao redor dos alimentos irradiados compromete a aceitação dos mesmos. O congregado dos autores estrutura ao longo de seus estudos que a educação aliada a ciência é essencial para derrubada de crendices a despeito desta temática.

5 CONCLUSÃO

O desperdício alimentar está presente em toda a cadeia de abastecimento, diariamente, toneladas de alimentos próprios para consumo são eliminadas diariamente e identifica-se a insustentabilidade do sistema de produção agrícola adotado em larga escala no mundo. A sociedade atual baseia-se em um modelo imediatista e consumista onde a compra de produtos em excesso é realizada quase de forma inconsciente pelos segmentos populacionais independente do poder socioeconômico.

Toda a questão referente ao desperdício passou a atingir grau de notoriedade diante o crescimento populacional aliado a necessidade de aumento de produtividade alimentar. O desenvolvimento de inovações tecnológicas que preconizam preservar o meio ambiente, propiciar o equilíbrio entre a produção e o consumo de alimentos tem ganho espaço no território científico e alimentar.

A técnica de irradiação de alimentos figura como uma ferramenta eficiente com amplas variedades aplicativas como: conservação dos alimentos, redução de perdas causadas por brotamento, maturação e envelhecimento; reduzir e em certos casos até eliminar a população microbiana, de parasitas e de pragas; possibilidade de em uma única operação garantir alimentos frescos conservados (sem a necessidade de inserção de conservantes químicos) sem prejudicar a qualidade do alimento; preserva qualidades nutricionais e sensoriais dos alimentos, dentre outras.

Por fim, conclui-se que a tecnologia de irradiação nos alimentos possui extensiva efetividade atuativa e permite benéficos aos consumidores visto que minimiza as perdas alimentares; proporciona um aumento no tempo de comercialização de frutas, verduras e hortaliças; e substitui o uso de aditivos químicos.

Recomenda-se numa perspectiva de adoção de medidas futuristas e de proteção ao bem estar das próximas gerações, a execução de mais estudos visando desmitificar a temática da irradiação alimentar bem como intensificar a utilização da mesma como tecnologia de conservação e preservação dos mais diversos géneros alimentícios.

REFERÊNCIAS

BARRETO, R.A.P.; MORAES, W.C.D.S.; NASCIMENTO, W.D.S. **A importância do Uso da Radiação Ionizante Para a Conservação de Alimentos** 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Radiologia). Faculdades Integradas Ipiranga, 2013.

BRASIL, **Decreto-Lei nº 986**, de 21 de outubro de 1969, que institui Normas Básicas sobre Alimentos. Disponível em: < http://www.anvisa.gov.br/legis/decretos/7243_69.htm > . Acesso em: 24 jun. 2018.

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. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/decretos/73718_73.htm >. Acesso em: 24 jun. 2018.

BRASIL, **Portaria DINAL/MS nº 09**, 8 de março de 1985. Normas Gerais para a Irradiação de Alimentos no Brasil. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/portarias/72566_09.htm>. Acesso em: 25 jun. 2018.

BRASIL, **Portaria DINAL/MS nº 30**, de 25 de setembro de 1989. O uso da tecnologia da radiação de alimentos para frutos a partir da aplicação de Raios Gama de ⁶⁰Co ou ¹³⁷Cs ou raios de elétron com a energia de radiação até 10 MeV. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/72568_30.htm>. Acesso em: 25 jun. 2018.

BRASIL, **RDC Anvisa/MS nº 21**, de 26 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico para Irradiação de Alimentos. Diário Oficial [da] União, Brasília, DF, 29 de jan. de 2001. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/21rdc.htm>>. Acesso em: 26 jun. 2018.

BUENO, C. **Consumo de alimentos: Alimentar uma população crescente é um dos grandes desafios da atualidade**. Reportagem UNIVESP, 2015. Disponível em: <<http://univesp.ensinosuperior.sp.gov.br>>. Acesso em: 24 jun. 2018.

CAIXETA, J.V.F. Transporte de produtos agrícolas sobre a questão de perdas. **Economia e Sociologia Rural**. Vol 39. N3 e 4. pg. 173-199. 2015.

CENCI, S.A. **Perdas pós-colheita de Frutos e Hortaliças**. EMBRAPA/CTAA, Rio de Janeiro, 2014.

CENTRO TECNOLÓGICO DO EXÉRCITO -CTEx – **Irradiação de Materiais**. 2013. Disponível em: <http://www.ctex.eb.br/irrad_materiais_lp.htm>. Acesso em 20 jul. 2018.

CHEN, S-Q.; JIANG, K-X.; CAO, B-S.; LIU, Y-Q.; CAI, X-F.; LIU, X-L.; CAO, Y.; LIU, X-Y.; SHI, W-N. Distribution of Irradiated Foods in China. **Food Control**, v. 28, p. 237- 239, 2012.

CHMIELEWSKI, A. G.; HAJI-SAIED, M.; AHMED, S. Progress in radiation processing of polymers. **Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B**, v. 236, p. 44-54, 2015.

COSTA, L. F.; SILVA, E.B.; OLIVEIRA, I. S. Irradiação gama em amendoim para controle de *Aspergillus flavus*. **Scientia Plena**, v. 9, p. 1-12, 2013.

CRISOSTO, C.H.; JOHNSON, R.S.; DEJONG, T. Orchard factors affecting post-harvest stone fruit quality. **HortScience**, v. 32, n. 5, p. 820-823, 2016.

DIEHL, J. F. Food irradiation - past, present and future. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 63, p. 211-215, 2017.

DIEHL, J.F., JOSEPHSON, E.S. "Assessment of Wholesomeness of Irradiated Foods. A Review", **Acta Alimentaria**. v.23, pp.195-214,2014.

EHLERMANN, D.A.E. "Four decades in food irradiation", **Radiation Physics and Chemistry**. v.73, pp. 346-347, 2015.

FANTE, C. Antioxidant activity during storage of apples subjected to irradiation. **Ciência e Agrotecnologia**, vol. 39 n°3 Lavras, UFMG, Belo Horizonte- MG maio/jun. 2015.

FAUSTINO, R. C. S. **Processos emergentes de produção e conservação de alimentos**. 2013. 164p. Dissertação de Mestrado (Tecnologia de Alimentos). UAlg/ISE, Portugal. Disponível em :< <https://sapientia.ualg.pt/handle/10400.1/6874> >. Acesso em : 12 jun.2018.

FELLOWS, P.J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. 2.ed. Porto Alegre: Artmed, 2016. 602 p.

FAO -ORGANIZAÇÃO ALIMENTAR E AGRÍCOLA. (2016). **O estudo da alimentação e da agricultura** 2016. Rome: FAO, 2016. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 14 jun.2018.

FDA .ADMINISTRAÇÃO DE DROGAS E ALIMENTOS. **What you need to know. Food Facts from de U. S.** Food and Drug Administration, 2013. Disponível em < <http://www.fda.gov/default.htm> >. Acesso em: 01 jul.2018.

GODOY, R.; DA MATTA, L. **Conservação de Alimentos: Radiação Ionizante**. 2014. Disponível em: < <http://www.acquaviva.com.br/ufg/trabalhos/46.pdf> >. Acesso em: 09 jul.2018.

GRANDISON, A. S. **Irradiation**. In: BRENNAN, J. G. (Ed). Food processing handbook. Weinheim: WILEY-VCH Verlag, 2016. p. 147-171.

GRIFFIN, M.; SOBAL, J. (2015). An analysis of a community food waste stream. **Agriculture and human values**, vol 26, pp 67-81.

GRUPO CONSULTIVO INTERNACIONAL DE IRRADIACIÓN DE ALIMENTOS - GCIIA .**Hechos sobre irradiación de alimentos**: Chile, 2016, 46 p. Tradução de: Facts about food irradiation.

GUIMARAES, I. The effect of CO60 on the physical and physicochemical properties of Rice. **Ciênc. agrotec**. vol.36 no.2 Lavras Mar./Apr. 2013.

HAZELL, P. **Intervenção na mesa redonda sobre “Technology contribution to feeding the World in 2020”**. In: A 2020 vision for food agriculture and the environment, Conferência Internacional de 13 a 14 junho de 1995, Washington, IFPRI, pg, 79-82, 2015.

HERNANDES, N. K.; VITAL, H. C.; SABAA SRUR, A. U. O. Irradiação de alimentos. **Boletim SBCTA**, v. 37, n. 2, p. 154- 159 ,2015.

LACERDA, J.S.; LEITE, T.S. **Consumo de Alimentos Irrradiados: desafios de Credibilidade e Confiança**.2015.Disponível em:< revista.oswaldocruz.br/Content/pdf/Edicao_16_LACERDA_Jéssica_Silva.pdf >.Acesso em :15 jun.2018.

LIMA, T. F. et al. **Radiação Ionizante na Conservação de Alimentos: Revisão**. Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, v. 30, n. 2, 2012.

MACEDO, A. M. **Utilização da irradiação em alimentos: Avaliação das alterações químicas e seu potencial antioxidante**. 2017. 48 p. Dissertação de Mestrado (Mestre em Ciências Farmacêuticas). Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade Fernando Pessoa. Portugal.Disponível em: < : [https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/6648/ 1/PPG_25649.pdf](https://bdigital.ufp.pt/bitstream/10284/6648/1/PPG_25649.pdf) > .Acesso em :25 jun.2018.

MARQUES, E. C.; COSTA, S. R. R. O uso da radiação gama como tecnologia inovadora para a engenharia de produto na indústria de alimentos. **Acta Tecnológica**, v. 8, n. 2, p. 57– 67, 2013.

MELLO, L. C. Alimentos irradiados. **Acta Tecnológica**, v. 12, n. 9, p. 57– 67,,2015. Acesso em: 25 jun. 2018.

MENDES, K. D.S., SILVEIRA, R.C. C. P.; GALVÃO, C. M. Revisão Integrativa: Método de pesquisa para incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. **Texto Contexto Enfermagem**. Florianópolis, v. 17, n. 4, p. 758-764, out./dez. 2008.

MODANEZ, L. **Aceitação de alimentos irradiados: uma questão de educação**. 2012. 104 p.Tese. (Doutorado em Ciências na área de tecnologia nuclear).IPEN/USP, São Paulo. Disponível em:<[http:// www.teses.usp.br/teses/ disponiveis/ 85/ 85131/ tde-231 02012-150844/pt-br. php](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-23102012-150844/pt-br.php)>. Acesso em: 04 jun. 2018.

MORRIS, L.L. Chilling injury of horticultural crops: An overview. **HortScience**, 17: 161-162. 2015.

MOSTAFAVIN, A et al. **The Potential of Food Irradiation: Benefits and Limitations**.1.ed. Estados Unidos: Radiation, 2016. 54 p.

NUNES, P.; CARLA, E.; KELLY, G.; LOPES, M.; FRASSINETTIS, P.Os mitos e as verdades da irradiação de alimentos. **Cadernos de Graduação: Ciências Biológicas e da Saúde**, vol. 1, n. 3, p. 103-110, 2014.

PIMENTA, S.G.; FRANCO, M.A.S. **Pesquisa em educação. Possibilidades investigativas/formativas da pesquisa-ação**. São Paulo: Edições Loyola, 2008. Disponível

em:<<http://www.periodicos.unir.br/index.php/igarape/article/viewFile/860/873> > . Acesso em:16 jul.2018.

POLIZEL, G. **O uso da radiação no controle microbiológico dos alimentos de origem animal**. Trabalho monográfico de pós-graduação Latu Sensu em Higiene e inspeção de produtos. UCB, São Paulo, Nov 2006.

RODRIGUES, A. **Avaliação da irradiação como método de conservação pós-colheita de mini tomates e concepção da opinião de consumidores sobre alimentos irradiados**.2014.69 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciências dos Alimentos).Escola Superior de Agricultura “LUZ DE QUEIROZ”, 2014.

OKUNO, E. Efeitos biológicos das radiações ionizantes: Acidente de Goiânia. **Estudos Avançados**. n 27, p.77,2013.

OMAYE, S.T., 2014, **Food and Nutritional Toxicology**. 1 ed. New York, CRC Press LLC.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU.FAO discute produção mundial de alimentos. **FAO notícias 2014**. Disponível em: <<https://www.fao.org.br/>>. Acesso em: 05 junh. 2018.

RUSIN, T.;ARAÚJO, W.;CAMARGO, E. B., & AKUTSU, R. Conhecimento do Consumidor Sobre os Alimentos Irradiados. **Revista Científica: Acta de Ciências e Saúde** nº 1,p.11-18,2015.

SECRETARIAT OF THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY-SCBD (2006a). **Global biodiversity - outlook 2**. Montreal: SBDC, 2016, 81+ vii p.Disponível em: <www.biodiv.org>. Acesso em: 22 jun. 2018.

SILVA, R. C.; DA SILVA, R. M.; AQUINO, K. A. S. A Interação da Radiação Gama com Matéria no Processo de Esterilização.**Virtual de Química**. 2014, Vol. 6 Nº6, p. 1624-1641.

SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO, R. Revisão integrativa: o que é e como fazer. **Einstein**, São Paulo, v.8, n 1, p. 102-106, jan./mar. 2010.

TAHYER, D. W. **Chemical changes in food packaging resulting from ionizing irradiation**. In: HOTCHKISS, J. H. Food and packaging interactions. Washington: American Chemical Society, 2012. p. 181-194. (ACS Symposium Series, 365).

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP). Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA). **Irradiação de Alimentos**. Disponível em: < <http://www.cena.usp.br/irradiacaoalimentos/principios.htm>>. Atualizado em Março/2013.Acesso em :13 jul.2018 .

UZUELI, D.H. **Estudo sobre o gás ozônio formado no processo de irradiação industrial com cobalto-60 e seu impacto no ambiente**, IPEN, São Paulo, 2013.

VENTURA, D. **Utilização da irradiação no tratamento de alimento**. E.S.A.C. PGA módulo II, Mat.20803005, Janeiro de 2010.

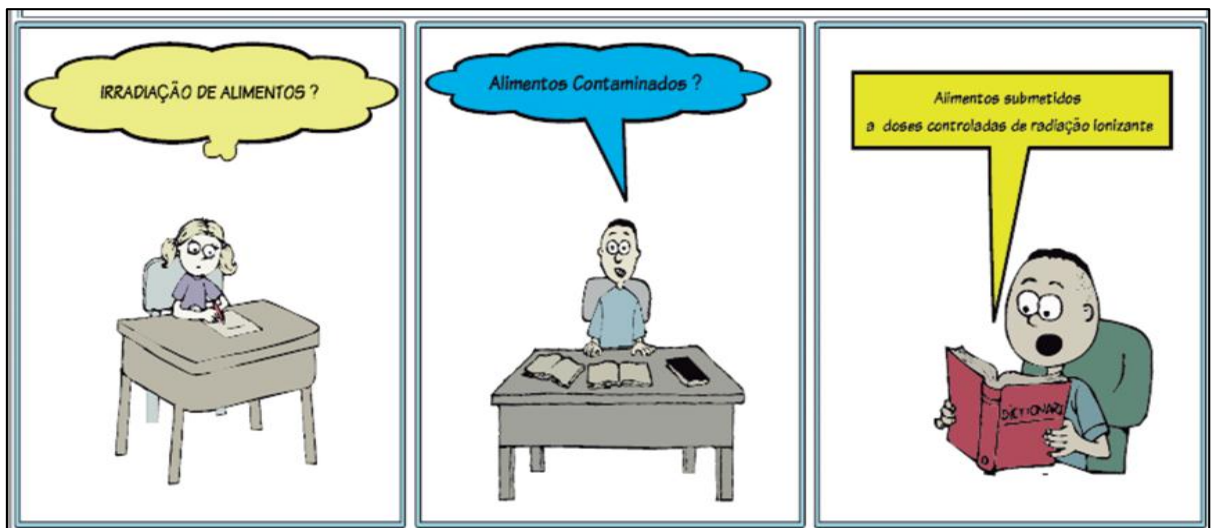
VICENTE, J; SALDANHA, T. Emprego da Técnica de Radiação Ionizante em Alimentos Industrializados. **Acta Tecnológica**, v. 7, n. 2, p. 49-54, 2013.

VIEIRA, R. P. et al.Irradiação de Alimentos: Uma Revisão Bibliográfica. **Multi-Science Journal**, v. 1, n. 5, p. 57-62, 2017.

VITAL, H.;LEITE,M.**Irradiação**. Disponível em: < [http://www.embrapa.com.br/ tecnologia dos alimentos](http://www.embrapa.com.br/tecnologia/dos_alimentos) >. Acessado em: 03 jul.2018.

ANEXOS

IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS



Prestem Atenção ao Quadro !!!

Atenção as Imagens também aos gráficos

