

**ESCOLA DE ENFERMAGEM NOVA ESPERANÇA LTDA
FACULDADE DE ENFERMAGEM NOVA ESPERANÇA – FACENE**

ITALO RICARDO PESSOA MOREIRA

**USO DA RADIAÇÃO ATRAVÉS DA TÉCNICA DA RADURIZAÇÃO PARA A
CONSERVAÇÃO DE FRUTOS E LEGUMES**

JOÃO PESSOA

2021

ITALO RICARDO PESSOA MOREIRA

**USO DA RADIAÇÃO ATRAVÉS DA TÉCNICA DA RADURIZAÇÃO PARA A
CONSERVAÇÃO DOS ALIMENTOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do Curso de Tecnologia em Radiologia da Faculdade de Enfermagem Nova Esperança, como parte dos requisitos para obtenção de grau de Tecnólogo em Radiologia.

Orientadora: Prof.^a Dr. Poliane Angelo de Lucena

JOÃO PESSOA

2021

M837u

Moreira, Italo Ricardo Pessoa

Uso da radiação através da técnica da radurização para a conservação de frutos e legumes / Italo Ricardo Pessoa Moreira. – João Pessoa, 2021.

12f.; il.

Orientadora: Prof^a. D^a. Poliane Ângelo de Lucena Santos.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Radiologia) –
Faculdade Nova Esperança - FACENE

ITALO RICARDO PESSOA MOREIRA

**USO DA RADIAÇÃO ATRAVÉS DA TÉCNICA DA RADURIZAÇÃO PARA A
CONSERVAÇÃO DOS ALIMENTOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado pelo aluno Italo Ricardo Pessoa Moreira, do curso de Tecnologia em Radiologia, tendo obtido o conceito _____, conforme a apreciação da Banca Examinadora.

Aprovada em: ___/___/2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dra. Poliane Angelo de Lucena Santos (ORIENTADORA)
(Faculdade de Enfermagem Nova Esperança - FACENE)

Prof.^a Dra. Isabelle Viviane Batista de Lacerda (MEMBRO)
(Faculdade de Enfermagem Nova Esperança - FACENE)

Prof.^a Dra. Claudia Patrícia V. Valença (MEMBRO)
(Faculdade de Enfermagem Nova Esperança - FACENE)

AGRADECIMENTOS

A Deus, que é o real motivo da concretização deste sonho, por ter me dado forças e me ajudado nos momentos difíceis.

Aos meus pais, Maria Helena Pessoa Moreira e José Humberto Ricardo Moreira, e meus irmãos, Brenda Helena Pessoa Moreira e Pedro Humberto Ricardo Moreira que são meus bens mais preciosos.

A minha orientadora, Professora Poliane Angelo de Lucena, que foi fundamental na minha trajetória acadêmica e por muitas vezes me motivou a persistir nessa jornada quando as circunstâncias me impediam de continuar.

Agradeço a todos os professores com quem tive durante o curso e em especial a professora Ivanessa Gusmão Martins Soares, que mesmo distante se fez muito presente me dando apoio para a realização desse trabalho serei sempre grato. Agradeço pela dedicação, paciência e pelo carinho que tiveram comigo durante todo o curso. Com certeza levarei para o resto da vida o que aprendi com vocês. Levarei no meu coração que fizeram parte do meu crescimento acadêmico e que com amor transmitiram seus conhecimentos e experiências. Os seus ensinamentos foram além do profissional, foram ensinamentos para a vida. Vocês são sensacionais.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	MATERIAL E MÉTODOS	10
3	RESULTADOS E DISCURSÕES	12
4	CONCLUSÃO	14
	REFERÊNCIAS	15

USO DA RADIAÇÃO ATRAVÉS DA TÉCNICA DA RADURIZAÇÃO PARA A CONSERVAÇÃO DE FRUTOS E LEGUMES

USE OF RADIATION THROUGH THE RADURIZATION TECHNIQUE FOR THE CONSERVATION OF FRUITS AND VEGETABLES

Italo Ricardo Pessoa Moreira^{1*}
Poliane Angelo de Lucena Santos²

RESUMO

Introdução: Com o crescente aumento da população mundial e visando sua manutenção e qualidade de vida, cresceu também a preocupação pela busca por alimentos limpos e livres de agentes patógenos. Esses podem ser encontrados na sua superfície ou em seu interior, decorrentes da má higienização ou por processos naturais de decomposição. A técnica de irradiação de alimentos, no decorrer dos anos, vem se mostrando uma técnica eficaz em se obter um alimento mais saudável, aumentando o tempo de vida útil, reduzindo a carga microbiana, esterilização, desinfecção. A técnica consiste em expor o alimento a certa quantidade de radiação (Gama γ), através do radionuclídeo Cobalto 60 (^{60}Co), a quantidade de energia que será cedida ao alimento pela fonte radioativa por unidade de massa (J/kg ou Gy) é denominado de dose. Existem três tipos de valores de doses para aplicação em alimentos: radurização (< 2 kGy), radicação (2 a 10 kGy) e radapertização (> 10 kGy), ou também denominadas de baixas, médias e altas energias. **Objetivo:** O presente estudo tem como finalidade reunir evidências na literatura sobre o uso da radiação através da técnica da radurização (baixas doses) para a conservação de alimentos. **Métodos:** O estudo se caracteriza como uma revisão integrativa de literatura realizada através das bases de dados: (MEDLINE), (SCIELO) e (LILACS). Foram aplicados como critério de inclusão artigos voltados a irradiação de alimentos e estudos experimentais utilizando baixas doses. **Resultados:** Os

¹ Graduado em Bacharelado em Fisioterapia, Faculdade de Enfermagem Nova Esperança - FACENE. CEP: 580676-698, João Pessoa, Paraíba, Brasil. *Autora Correspondente: brenдахelena095@gmail.com

² Professora Doutora do Curso de Tecnólogo em Radiologia. Faculdade de Enfermagem Nova Esperança - FACENE. CEP: 580676-698, João Pessoa, Paraíba, Brasil. E-mail: polianeangelo@gmail.com

autores mostraram em seus estudos que a utilização da técnica da radurização se mostra eficaz para a obtenção de um alimento mais saudável sem alterações físico-químicas, e proporcionando uma maior durabilidade, sem diminuir a sua qualidade, desde que sejam aplicadas as corretas doses de radiação específica para cada alimento. **Conclusão:** Com a elaboração desse estudo pode-se concluir que a técnica da radurização se apresenta eficaz para conservação dos mesmos, apresentando vantagens, principalmente em relação ao aumento da vida útil e da comercialização de frutos e legumes, inativa parasitas, dentre outros, e conseqüentemente traz algumas desvantagens como: alto custo de implementação, aceitação pela população. Essa técnica comprova que a utilização da técnica da radurização trouxe melhorias nas características sensoriais, nutricionais e físicas demonstradas com os estudos aplicados pelos autores nos diferentes alimentos de origem vegetal (frutas e legumes) disponibilizando um alimento seguro e saudável para a população.

Palavras chaves: irradiação de alimentos, radurização, radiação.

ABSTRACT

Introduction: With the growing increase in the world population and aiming at its maintenance and quality of life, the concern for the search for clean food free of pathogens, these can be found on its surface or in its interior, due to poor sanitation or by natural processes of decomposition. The food irradiation technique over the years has proven to be an effective technique in obtaining healthier food, increasing the shelf life, reducing the microbial load, sterilization, disinfection. The technique consists of exposing the food to a certain amount of radiation (Gamma γ), through the radionuclide Cobalt 60 (^{60}Co), the amount of energy that will be given to the food by the radioactive source per unit of mass (J/kg or Gy) is termed dose, there are three types of dose values for application in foods: radicidation (< 2 kGy), radicidation (2 to 10 kGy) and radicidation (> 10 kGy), or also called low, medium and high energies. **Objective:** The aim of this study was to gather evidence in the literature on the use of radiation through the radiotherapy technique (low doses) for food preservation. **Methods:** The study was characterized as an integrative literature review carried out through the following databases: (MEDLINE), (SCIELO) and (LILACS), articles focused on food irradiation and experimental studies using low doses were applied as inclusion criteria. **Results:** The authors showed in their studies that the use of the radirization technique proves

to be effective in obtaining a healthier food without physicochemical alterations, and providing greater durability, without decreasing its quality. As long as the correct specific radiation doses for each food are applied. **Conclusion:** With the elaboration of this study, it can be concluded that the radiotherapy technique is effective for their conservation, presenting advantages, mainly in relation to the increase of the shelf life and the commercialization of fruits and vegetables, inactive parasites, among others, and consequently it brings some disadvantages such as: high implementation cost, acceptance by the population. This technique proves that the use of the radirization technique brought improvements in sensory, nutritional and physical characteristics demonstrated by the studies applied by the authors in different foods of plant origin (fruits and vegetables), providing a safe and healthy food for the population.

Key words: food irradiation, irradiation, radiation.

1. INTRODUÇÃO

Com o crescente aumento da população mundial ocorre uma maior preocupação com a saúde, levando a fatores que busquem a sua preservação, como por exemplo, a alimentação saudável, que tem grande importância quando a questão saúde é colocada em pauta, buscando alimentos livres de agentes patogênicos que estão presentes na superfície e no interior dos alimentos devido à má higienização ou pelo processo natural de decomposição, pois estes podem trazer riscos a população como infecções, intoxicações e até a morte, mostrando assim que a conservação dos alimentos é de suma importância para a população¹.

Uma forma de conservar melhor os alimentos, além das técnicas já utilizadas, tais como: pasteurização, refrigeração, esterilização, consiste na técnica da irradiação de alimentos, que tem por objetivo: a inibição de brotamentos, retardo na maturação, aumento do tempo de vida útil, redução da carga microbiana, esterilização e desinfecção. Esta técnica consiste em expor o alimento a uma certa quantidade de radiação ionizante (raios-X ou gama) por um tempo pré-definido para obter alterações desejáveis sem modificações nutricionais ou físicas dos alimentos^{2 3}.

Para isso, o tipo de radiação mais utilizado na conservação dos alimentos é a Gama(γ) através do radionuclídeo Cobalto 60 (^{60}Co), que é obtido por meio do bombardeamento de nêutrons do metal cobalto-59 em um reator nuclear, tendo um tempo de meia vida

relativamente baixo, de 5,3 anos. Devido a esse fato a fonte deve ser modificada periodicamente para preservar o potencial radioativo⁴. A utilização do processo da irradiação em frutas e verduras tem sua aplicação através da determinação da quantidade de energia cedida ao alimento pela fonte radioativa por unidade de massa (J/kg ou Gy). Esse processo de absorção de energia é denominado de dose, que por sua vez são classificadas em três tipos: radurização (< 2 KGy), radicação (2 a 10 KGy) e radapertização (> 10 KGy), dependendo da quantidade de energia e do objetivo correlacionando ao alimento escolhido que será aplicada essa dose⁴.

A radurização é uma técnica que utiliza baixas doses (< 2 kGy), onde o alimento é submetido ao tratamento que varia de acordo com suas características físicas e nutricionais, para combater problemas como: brotamentos, o processo natural de deterioração em frutas e hortaliças, além de agir contra insetos, prevenir e combater a decomposição e o apodrecimento gerado por fungos⁵.

Para execução desta técnica é necessário que ocorra a separação, embalagem e acondicionamento em caixas ou em palets que por sua vez são conduzidos por meio de esteiras automáticas até a sala de irradiação, o local que contém a fonte radioativa onde o alimento será irradiado conforme o objetivo pretendido, respeitando a dose máxima para cada alimento, onde não ocorra alterações físicas, químicas e biológicas visando a saúde do consumidor final⁵.

Diante do exposto a técnica da radurização de alimentos é realmente vantajosa, pois apresenta um alimento mais saudável, seguro e com um tempo maior de vida útil quando comparado aos produzidos de forma convencional. Mesmo com todos benefícios que a técnica de radurização de alimentos proporciona, existe certas dificuldades como: aceitação pela população em geral, por vários fatores, tais como: a desinformação ou por preconceito dos consumidores referente a utilização de radiação ionizante em diversos processos em que ela é aplicada, correlacionando com acidentes em usinas que geram energia através de elementos radioativos e a utilização de bombas nucleares.

Este trabalho tem como objetivo fazer uma revisão integrativa de literatura demonstrando a técnica da radurização aplicada na irradiação de alimentos, com suas vantagens e desvantagens, bem como sua aplicação nesse processo, como exposto no quadro 1, além de buscar esclarecer o benefício que a técnica da radurização traz para a população.

QUADRO 1. Vantagens e desvantagens da técnica de radurização

VANTAGENS	DESVANTAGENS
Técnica segura de proteção e conservação dos alimentos;	Alimentos ricos em gordura não podem ser irradiados;
Processo a frio;	Não tem potencial de substituição ao uso de agrotóxico;
Garantir a qualidade higiênica dos alimentos;	Promove a oxidação dos alimentos por produzir reações químicas adversas;
Não provoca alterações sensoriais e nem modifica as características nutricionais dos alimentos	Não é eficaz para impedir mudanças nas carnes como a oxidação dos pigmentos;
Aumenta o tempo de comercialização de frutas, verduras e hortaliças;	Vitaminas Lipofílicas: degradam-se pelos radicais livres;
Substituição do uso de aditivos químicos;	Irradiação das gorduras cria radicais livres que oxidam as gorduras, levando à sua rancidez e à degradação dos alimentos;
Reduz as perdas por maturação e envelhecimento do produto;	Altos custos de capital;
Destruir bactérias prejudiciais à saúde humana;	Implementação de uma tecnologia bem sucedida: depende da disponibilidade de uma infraestrutura adequada;
Ausência de manipulação durante o processo de irradiação;	Cultura dos povos avessos à radiação;
Não representa risco toxicológico à população;	Possibilidade de reinfestação por insetos e sobrevivência de microrganismos se ocorre à aplicação de dosagem errada de radiação.
Inativa parasitas presentes nos alimentos;	
Prevenir brotamentos em bulbos e tubérculos;	

Fonte: Autor, 2021.

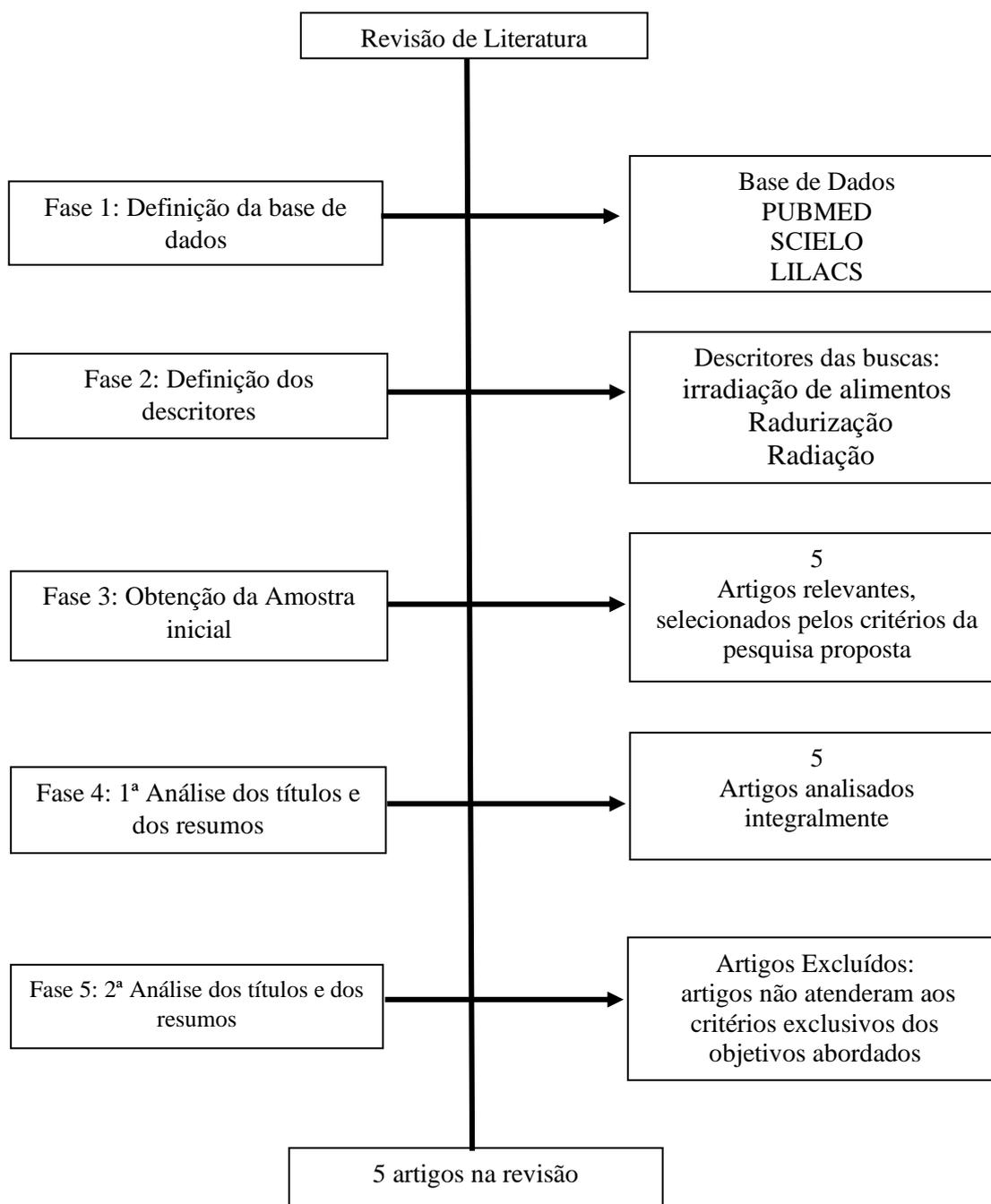
2. MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia usada com relação à problematização apresentada neste trabalho foi o método da revisão integrativa de literatura, realizada a partir das bases de dados: *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online* (MEDLINE), a *Scientific Electronic Library Online* (SCIELO) e *Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde* (LILACS), no período de março de 2021 a outubro de 2021, utilizando os seguintes descritores nos idiomas português e inglês: “irradiação de alimentos”, “radurização”, “radiação/ food irradiation”, “irradiation”, “radiation”.

Para a seleção dos artigos foram considerados como critérios de inclusão as bibliografias: em inglês / português; com disponibilidade na íntegra com 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; nas quais o direcionamento do texto não contemplava os objetivos propostos. A partir disso, foram selecionados cinco artigos para ser realizada a leitura integral e dentro dos critérios de inclusão relacionado com os objetivos do estudo, como é apresentado na Figura 1.

FIGURA. 1: Fluxograma da metodologia utilizada



3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados encontrados na pesquisa mostram que a técnica da radurização (baixas doses) para conservação dos alimentos é aplicada em grande parte em alimentos de origem vegetal (frutas e verduras), utilizando o equipamento denominado de irradiador que possui como fonte radioativa cobalto-60.

Esses alimentos podem ser utilizados de diferentes formas como: inteiros, embalados ou processados, dependendo dos objetivos a serem alcançados (aumento do tempo de vida útil, desinfestação, inibição de brotamentos). Os resultados mostram que para ocorrer a irradiação desses alimentos é necessário um grupo controle para realizar as comparações com os grupos irradiados com os valores de doses (0,5, 1,0, 1,5, 2,0 kGy), pré estabelecidas pela FDA.

A utilização dessas baixas doses deve-se levar em consideração as características físico-químicas dos alimentos e os efeitos que pode ocasionar com a irradiação. Pois se administrado sem cautela pode surgir os efeitos indesejados, principalmente a radiólise (remoção de elétrons das moléculas da água nos alimentos) que ocasiona indiretamente o aumento do odor e sabores indesejáveis. Essas são algumas das desvantagens do processo.

Apesar das vantagens e desvantagens apresentadas, a maioria dos autores recomendam a utilização da técnica, como Lima *et al* (2011),⁶ que estudaram o fruto brasileiro tucumã (*Astrocaryum aculeatum*), típico da cidade de Marabá-PA, que foi coletado para estudo no laboratório do Instituto Militar de Engenharia no Rio de Janeiro. Todas as amostras foram sanitizadas, pesadas e classificadas.

Por ser considerado uma excelente fonte de carotenoides (percussor da vitamina A) e conter altos teores de riboflavina (vitamina B) e possuir altos valores de α -caroteno e β -caroteno, a utilização da técnica da radurização teve como objetivo avaliar se ocorreria uma modificação dessas características do fruto após a radurização em comparação ao grupo controle. Os valores das doses foram de: (0,5, 1,0 e 2,0 kGy). Os frutos apresentaram aumento nos teores de riboflavina de 0,183 a 0,222 $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ e mantiveram a estabilidade após o processo da irradiação gama. A dose de 1,0 kGy foi a mais indicada para o tratamento dos frutos.

Outro estudo que foi realizado com goiabas (*Psidium guajava* L.) por Campos *et al* (2011)⁷, provenientes da região de Vista Alegre do Alto – SP, que foram irradiadas no Laboratório de Frutas e Hortaliças no Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial,

da Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, mostrou que a técnica da radurização aplicada no estudo, junto com a combinação da atmosfera modificada passiva (tecnologia utilizada para prolongar a validade dos seus produtos sem a adição de aditivos químicos), aplicando valores de dose: (0,2, 0,6 e 1 kGy) e com os objetivos de analisar as seguintes características físico-químicas: firmeza, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e índice de maturação. Concluindo-se que a dose eficaz para o estudo em questão foi a de (0,2 kGy), que junto com a atmosfera modificada proporcionou frutos com maiores índices de maturação, teor de sólidos solúveis e melhores características gerais analisadas.

Já o estudo de Soares, *et al* (2016)⁸, enaltece que a aplicação da técnica da radurização nas batatas (*Solanum tuberosum L.*), coletadas na cidade de Recife-PE e posteriormente encaminhadas ao Laboratório de Metrologia da Radiação Ionizante do Departamento de Energia Nuclear (UFPE), utilizando no estudo os valores de doses: (0,10; 0,15 e 2,00 kGy) escolhidas de acordo com as recomendações da Food and Drug Administration-USA sobre o uso de radiação para tratamento de alimentos (FDA 1995).

Avaliando as características físico-químicas e sensoriais tais como: brotamento, podridão, perda de peso, textura, cor da polpa, umidade, aparência externa e interna, aroma, sólidos solúveis, acidez titulável, vitamina C. Os resultados indicaram que doses de 0,15 kGy são mais eficazes para reduzir a brotação e as perdas pós-colheita nas condições estudadas. As amostras controle apresentaram 15% de podridão após os primeiros sete dias, enquanto as amostras que receberam as doses de 0,10 e 0,15 kGy apresentaram 5% de podridão após 14 dias e permaneceram com esse percentual até o final do armazenamento, prolongando o tempo de vida útil das batatas.

No entanto, Pires, JA (2017)⁹, utilizou no seu experimento baixas doses para batata (*Solanum tuberosum L.*) e observou que as amostras irradiadas à 1kGy apresentaram melhor resultado em relação aos demais tratamentos realizados com doses inferiores a 1kGy, uma vez que as características das amostras ficaram até melhores que o grupo controle, como:(análises físico-químicas de pH, acidez, sólidos solúveis e firmeza).

Comparando os resultados dos experimentos realizados por diferentes autores é visto que é possível realizar a técnica de radurização com doses baixas e até 1kGy, onde foi demonstrado a sua eficácia sem trazer danos ao alimento e conseqüentemente aos seus consumidores. Outros autores acreditam que doses acima de 1kGy podem trazer uma maior contribuição na manutenção das frutas e legumes.

Segundo Loro, AC *et al* (2018)¹⁰ a grandes vantagens da técnica da radurização, aplicada aos tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill.), onde foi avaliado as seguintes características: análise de cor, pH, sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável total (TTA), razão (SST/TTA), dureza, licopeno total e conteúdo de ácido ascórbico (antioxidantes que atuam na manutenção do excesso de radicais livres no organismo). Para esse experimento foi utilizando os valores de dose (0,5, 1,0, e 1,5 kGy), utilizando um irradiador ⁶⁰Co no Instituto de Pesquisas Energias Nucleares (IPEN).

Os resultados apresentados mostraram que a dose de 1,5 kGy foi a mais eficaz tornando os tomates mais macios e não afetando os demais parâmetros de qualidade e os teores de ácido ascórbico e licopeno não foram degradados pela radiação gama nas doses aplicadas; mostrando que o processo de irradiação com doses acima de 1kGy é uma premissa positiva na manutenção da qualidade dos tomates.

Todos os resultados apresentados nesses estudos mostram a viabilidade da técnica de radurização comprovando que sua aplicabilidade apresenta grandes vantagens, porém alguns trabalho trouxeram a sua ineficácia, como foi apresentado por Lima *et al* (2011)⁶ que demonstrou uma redução nos teores de tiamina (0,050 a 0,033 µg 100 g⁻¹) depois da aplicação da radiação gama (0,5 e 1,0 kGy) no tucumã, já nos frutos irradiados na dose de 2 kGy ocorreram as maiores reduções de β-caroteno, cerca de 7,5% em relação ao controle. Campos *et al* (2011)⁷ afirmaram que os valores doses de irradiação de (0,6 e 1,0 kGy) promoveram efeitos negativos nas características físico-químicas das goiabas.

E segundo Soares *et al* (2014)⁸ descreve em seus resultados, irradiações a partir de 2 kGy apresentaram maior percentual de podridão ao final do armazenamento. As demais desvantagens apresentadas pelos autores estão relacionadas às características nutricionais, químicas, físicas que foram propostas nos estudos em comparação ao grupo controle.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos artigos selecionados é possível observar a existência de vantagens e desvantagens no uso da técnica da radurização na conservação dos alimentos, tais como a não alteração da qualidade sensorial do produto final e ao mesmo tempo a oferta de um alimento seguro e próprio para o consumo. Porém, com todas as vantagens demonstradas existe a necessidade e a importância das pesquisas relacionadas a este método de conservação de

alimentos, que norteia a caminhos para que a técnica seja cada vez mais segura e eficiente, desta forma minimizando as desvantagens que foram levantadas nesse estudo.

REFERÊNCIAS

1. COUTO; SANTIAGO. Radioatividade e irradiação de alimentos. Rev Ciências Exatas e Naturais. 2010; (1.12), nº 2.
2. GOMES; CEREDA. Desidratação osmótica: uma tecnologia de baixo custo para o desenvolvimento da agricultura familiar. Rev Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional. 2007; 212 – 226.
3. MODANEZ. Aceitação de alimentos irradiados: uma questão de educação. São Paulo. 2012. Disponível em:
http://pelicano.ipen.br/posg30/textocompleto/leila%20modanez_d.pdf. Acesso 29 ago.2021.
4. PITIRINI. 2015; Radiação-docslide- Radiação de alimentos.
5. VICENTE; SALDANHA. Emprego da técnica de radiação ionizante em alimentos industrializados, 2012.
6. LANDGRAF. Fundamentos e perspectivas da irradiação de alimentos visando ao aumento da sua segurança e qualidade microbiológica, 2002.
7. LIMA. Aplicação de baixas doses de radiação ionizante no fruto brasileiro tucumã (*Astrocarium vulgare* Mart.), 2011.
8. Soares. Avaliação físico-química e sensorial da batata (*Solanum tuberosum* L.) após irradiação, 2018.
9. Pires. Efeitos da Irradiação (Co_{60}) nas Propriedades Físico-Químicas de Batatas Minimamente Processada, 2017.
10. Loro. Parâmetros de qualidade de tomates submetidos a diferentes doses de radiação gama, 2018.