



BEATRIZ BENEDITO GRASSI

**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E AVALIAÇÃO DA
PERCEPÇÃO DOS CONSUMIDORES SOBRE O PROCESSO
DE IRRADIAÇÃO DE FRUTAS**

**LAVRAS – MG
2023**

BEATRIZ BENEDITO GRASSI

**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DOS
CONSUMIDORES SOBRE O PROCESSO DE IRRADIAÇÃO DE FRUTAS**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia de Alimentos, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Leonardo do Prado Silva
Orientador

Dr^a Elisângela Elena Nunes Carvalho
Coorientadora

**LAVRAS – MG
2023**

BEATRIZ BENEDITO GRASSI

**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DOS
CONSUMIDORES SOBRE O PROCESSO DE IRRADIAÇÃO DE FRUTAS**

**BIBLIOGRAPHICAL REVIEW AND EVALUATION OF CONSUMERS'
PERCEPTION ON THE FRUIT IRRADIATION PROCESS**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia de Alimentos, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 10/02/2023.

Prof. Dr. Leonardo do Prado Silva	UFLA
Dr. Alexandre de Paula Peres	UFLA
Adrise Aparecida Rodrigues	Externo

Prof. Dr. Leonardo do Prado
Silva
Orientador

Dr^a Elisângela Elena Nunes
Carvalho
Coorientadora

**LAVRAS – MG
2023**

AGRADECIMENTOS

Primeiro eu quero agradecer a Deus e a Nossa Senhora Aparecida por sempre me protegerem e cuidarem de mim.

A minha família agradece pelo apoio, incentivo, por estar do meu lado nos momentos mais difíceis da minha trajetória, principalmente pela minha mãe Marlene, meu pai Rodney, meu irmão Otávio e meu namorado Fábio.

Ao meu orientador, Dr. Leonardo do Prado Silva e a minha coorientadora, Elisângela Elena Nunes Carvalho, pela orientação e por todo o apoio durante o desenvolvimento do meu Trabalho de Conclusão de Curso.

As minhas amigas que me apoiaram em momentos essenciais e estiveram do meu lado e torcendo para o meu sucesso: Isabela Cristina Carvalho Gonçalves, Luiza Maria Viana Silva, Luciana Biasi, Maria Paula de Jesus Souza, Daniele do Carmo Costa, Cecília Santos Carvalho de Oliveira, Juliana Bueno, Crislaine Klaid e Maria Eduarda Camilo Pereira de Souza.

Para finalizar, só tenho que agradecer a todos que passaram pela minha vida durante toda a minha jornada acadêmica e me agregaram conhecimento, experiência e amizades.

Muito Obrigada!

RESUMO

A irradiação é uma técnica utilizada para conservação de alimentos, apesar de ser um método eficaz no processo de inativação microbiana por meio da radiólise, é uma tecnologia de conservação pouco difundida no Brasil. Vale destacar que embora a irradiação seja uma técnica aprovada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), é pouco utilizada no país por conta da resistência dos consumidores para comprar alimentos irradiados, pela falta de conhecimento da técnica. A utilização desta técnica tem sido amplamente estudada e aplicada em frutas, por serem alimentos que possuem a vida de pós-colheita limitada por conta da sua alta perecibilidade. Diante disto, este trabalho possui o objetivo de analisar os efeitos da irradiação em frutas, como técnica de conservação para reduzir as perdas na etapa de pós-colheita e as alterações sensoriais e organolépticas que esta técnica pode acarretar às frutas, além de analisar as percepções dos consumidores sobre a irradiação de alimentos. Para isso, foi realizado uma revisão na literatura na base de dados: Google Acadêmico, Repositório Universitários, Scielo (Scientific Electronic Library) e Periódicos CAPES com o intuito de buscar artigos de qualidade a respeito da técnica irradiação. O resultado encontrado foi que a irradiação é uma técnica eficaz para inativação de microrganismos e as alterações ocasionadas pela técnica estão relacionadas com dosagem aplicada. Também foi aplicado um formulário com o intuito de averiguar as percepções dos consumidores a respeito das frutas irradiadas, sendo divulgado por meio das plataformas WhatsApp, Instagram, Email e Facebook. Foram obtidas 92 respostas, destas 59,8% não conheciam a técnica de irradiação, 13% já tinham ouvido falar, mas não sabiam a definição e 27,2% já conheciam a técnica. Em relação ao símbolo internacional de irradiação Radura apenas 17,4% dos participantes conheciam o símbolo. Conclui-se que a técnica de irradiação é uma técnica eficaz para conservação de frutas e que apesar dos participantes demonstrarem falta de conhecimento a respeito da técnica de irradiação, a maioria dos voluntários acreditam que é uma opção viável para evitar o desperdício.

Palavras-chave: Irradiação, frutas, inativação microbiana, resistência dos consumidores e eficácia.

ABSTRACT

Irradiation is a technique used for food preservation, despite being an effective method in the process of microbial inactivation through radiolysis, it is a conservation technology that is not widespread in Brazil. It is worth mentioning that although irradiation is a technique approved by the National Health Surveillance Agency (ANVISA), it is little used in the country due to consumers' resistance to buying irradiated foods, due to lack of knowledge of the technique. The use of this technique has been widely studied and applied in fruits, as they are foods that have a limited post-harvest life due to their high perishability. In view of this, this work has the objective of analyzing the effects of irradiation on fruits, as a conservation technique to reduce losses in the post-harvest stage and the sensorial and organoleptic emotions that this technique can cause to the fruits, in addition to analyzing those of the consumers about food irradiation. For this, a literature review was carried out in the database: Google Scholar, Repositorio Universitários, Scielo (Scientific Electronic Library) and Periodicals CAPES in order to seek quality articles about technical irradiation. The result found was that irradiation is an effective technique for inactivating microorganisms and the changes caused by the technique are related to the applied dose. A form was also applied in order to verify the preservation of consumers regarding irradiated fruits, being disseminated through WhatsApp, Instagram, Email and Facebook platforms. There were 92 responses, of which 59.8% did not know the irradiation technique, 13% had heard about it but did not know the definition and 27.2% already knew the technique. Regarding the international symbol of Radura irradiation, only 17.4% of the participants knew the symbol. It is concluded that the irradiation technique is an effective technique for preserving fruits and that, despite the participants demonstrating a lack of knowledge about the irradiation technique, most volunteers believe that it is a viable option to avoid waste.

Keywords: Irradiation, fruits, microbial inactivation, consumer resistance and effectiveness.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Escolaridade dos entrevistados.....	29
Gráfico 2 – Relação da escolaridade dos participantes que possuíam ensino superior incompleto com o conhecimento da técnica irradiação	30
Gráfico 3 – Relação da escolaridade dos participantes que possuíam ensino superior completo com o conhecimento da técnica irradiação	30
Gráfico 4 – Relação da Escolaridade dos participantes que possuíam ensino médio completo.	31
Gráfico 5 – Conhecimento sobre irradiação de todos os participantes	32
Gráfico 6 – Não conheciam a técnica de Irradiação	32
Gráfico 7 – Já tinham ouvido falar da técnica irradiação.	33
Gráfico 8 – Conheciam a técnica irradiação.	34
Gráfico 9 – Conhecimento do símbolo: Radura	34
Gráfico 10 – Visualização do símbolo Radura em rótulos	35
Gráfico 11 – Consumo de alimentos irradiados.....	36
Gráfico 12 – Opinião dos participantes que consumiram alimentos irradiados sobre a técnica de irradiação.....	37
Gráfico 13 – Opinião dos participantes que não consumiram alimentos irradiados sobre a técnica de irradiação.	38
Gráfico 14 – Opinião dos participantes que talvez tenham consumido alimentos irradiados sobre a técnica de irradiação.....	39
Gráfico 15 – Interesse de consumo de alimentos irradiada pelos participantes que não consumiram alimentos irradiados	40
Gráfico 16 – Motivos dos participantes não consumirem alimentos irradiados	41
Gráfico 17 – Interesse de consumir frutas irradiadas	42
Gráfico 18 – Interesse de consumir frutas irradiadas pelos participantes que já consumiram alimentos irradiados	43
Gráfico 19 – Diferença nos aspectos sensoriais das frutas irradiadas.....	43

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 OBJETIVOS	9
2.1 Objetivo geral.....	9
2.2 Objetivo específico	9
3 METODOLOGIA.....	10
4 REFERENCIAL TEÓRICO	11
4.1 Definição	11
4.2 Classificação do processo de irradiação.....	13
4.3 Processo de irradiação na indústria	13
4.4 Dosagem de Irradiação em alimentos	14
4.5 Legislação de Alimentos Irradiados	16
4.6 Aplicação da técnica de irradiação.....	18
4.7 O que são frutos	19
4.8 Consumo de frutas no Brasil.....	19
4.9 Exportação de frutas	20
4.10 Eficácia do método de irradiação	20
4.11 Alterações ocasionada pela técnica de irradiação.....	23
4.11.1 Flavonoides.....	23
4.11.2 pH.....	24
4.11.3 Textura	24
4.11.4 Vitaminas.....	25
4.11.5 Coloração.....	25
4.11.6 Sabor	26
5. FORMULÁRIO	28
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
7. CONCLUSÃO.....	44

8. REFERÊNCIAS.....	45
ANEXOS.....	53

1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Associação Brasileira de Produtores Exportadores de Frutas e Derivados, o Brasil é o terceiro maior produtor de frutas. Os consumidores estão cada vez mais em busca de um estilo de vida mais saudável e por conta da qualidade das frutas brasileiras faz com que o setor de produção de frutas só aumenta, levando a busca por métodos de conservação que sejam eficazes para postergar a vida de prateleira das frutas (ABRAFRUTAS, 2019).

É de grande interesse a busca por técnicas que reduzam as perdas na pós-colheita, para que haja um aumento do suprimento de frutas sem a necessidade de aumentar a área de cultivo. Entre os benefícios que são gerados com uma menor perda após a colheita estão o menor uso de água, diminuição do uso energia e decréscimo na quantidade de matéria orgânica em decomposição de modo que a poluição gerada é reduzida. Para que sejam evitados os desperdícios de matérias orgânicas é necessário a utilização de práticas adequadas e a compreensão dos fatores que influenciam a vida útil das frutas, como a estação de cultivo, a taxa respiratória, quantidade de etileno liberada e fatores genéticos (VIEIRA, 2019).

As frutas no geral, são alimentos favoráveis ao crescimento microbiano por apresentarem uma elevada atividade de água ($\geq 0,98$), e conseqüentemente geram perdas na pós-colheita e possuem a vida útil restrita quando estão *in natura*. Vale destacar que a disponibilidade de água para atividades microbiológicas, enzimáticas e químicas definem a vida de prateleira dos alimentos (FELLOWS, 2018).

A irradiação é um dos métodos de conservação que é utilizado com o intuito de estender a vida útil dos alimentos, retardar a maturação de frutas e legumes e impedir o brotamento de bulbos e tubérculos. Esta técnica de conservação também é aplicada com o objetivo de fazer com que as frutas fiquem mais seguras em relação ao parâmetro microbiológico, reduzindo a existência de parasitas, fungos, bactérias e leveduras nos alimentos (PEROZZI, 2007).

Em contrapartida a irradiação muitas vezes é confundida por parte dos consumidores com a contaminação radioativa. A diferença consiste que a irradiação é caracterizada como a energia emitida por uma fonte radioativa, no entanto a contaminação radioativa acontece quando a interação entre o objeto ou o ser vivo ocorre de maneira indesejável com material radioativo (RODRIGUES, 2007).

Segundo os debatedores do Seminário sobre Irradiação de Alimentos, promovido pela Sociedade Brasileira de Proteção Radiológica (SBPR), a técnica irradiação é aplicada em alimentos com o intuito de conservá-los é permitida em 60 países, como por exemplo: Brasil, Estados Unidos, Japão, Chile e Peru que utilizam a técnica em alimentos como frutas,

especiarias e grãos. Vale destacar que, apesar de 60 países possuírem permissão para aplicação da irradiação em alimentos, não são todos que possuem unidades de processamento (GOV, 2021).

A irradiação apesar de ser de uma técnica de conservação bem aceita cientificamente, pode acarretar interpretações errôneas por parte dos consumidores por falta de conhecimento. Deste modo, este trabalho possui o objetivo de realizar uma revisão da literatura sobre a irradiação como processo de conservação de frutas, e as alterações que essa técnica pode causar nas frutas com o intuito de analisar a eficácia do método. Como também será avaliado o nível de conhecimento sobre a irradiação por parte da população maior de 18 anos e a sua aceitabilidade.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Realizar uma revisão bibliográfica sobre a irradiação como processo de conservação de frutas e das alterações que essa técnica pode causar, além de analisar a opinião dos consumidores sobre esses alimentos.

2.2 Objetivo específico

- Conceituar o processo de irradiação;
- Realizar uma pesquisa na literatura a respeito da eficácia e das alterações ocasionadas pela irradiação nas frutas;
- Aplicar um formulário com o intuito de obter a opinião dos consumidores a respeito dos alimentos irradiados

3 METODOLOGIA

O presente trabalho é uma revisão bibliográfica com natureza exploratória e conta com uma pesquisa de opinião pública. O trabalho foi desenvolvido em três etapas distintas: a primeira etapa se deu com a escolha do tema “efeitos da irradiação em frutas” e o seu impacto na qualidade das frutas; a segunda etapa foi a busca na literatura disponível (livros e artigos científicos) por meio das plataformas Google Acadêmico, Repositório Universitário, Scielo (Scientific Electronic Library) e Periódicos CAPES sobre a definição de irradiação, mecanismo de inativação microbiana e aspectos relacionados a legislação brasileira sobre alimentos irradiados; e por fim, a terceira etapa foi uma pesquisa que foi realizada através de formulários com o intuito de verificar o conhecimento e a opinião dos consumidores em relação a frutas irradiadas. O formulário aplicado foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (COEP) da Universidade Federal de Lavras. Depois da realização da leitura sobre os tópicos citados acima foi realizada uma síntese das informações mais relevantes para a elaboração deste seguinte trabalho.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 Definição

Na indústria de alimentos a técnica de irradiação é utilizada em determinados alimentos, em que há exposição de radiação ionizante de maneira monitorada por um tempo adequado (NUNES et al., 2014). A radiação ionizante consiste na radiação capaz de remover elétrons dos átomos originando os íons (INCA, 2021). Esta técnica é aplicada com o intuito de inativar bactérias deteriorantes e patogênicas, de modo, que a vida útil dos alimentos que passaram por essa técnica seja aumentada. A irradiação em alimentos não é um tratamento térmico, como a pasteurização e o branqueamento, conseqüentemente a maior parte das características sensoriais e nutricionais não são modificadas (FELLOWS, 2018).

Em relação aos tipos de radiações utilizadas em alimentos, existem as radiações ionizantes ou não ionizantes. Como exemplo de radiação não ionizante temos as micro-ondas, o infravermelho, a luz, calor e radiofrequências. Em relação às radiações ionizantes pode-se ser citados os raios x, a radiação gama, alfa e beta. A radiação não ionizante possui uma energia menor ao se comparar com a radiação ionizante, não sendo capaz de retirar elétrons, porém consegue modificar a localização dos átomos. Em contrapartida, a radiação ionizante possui a capacidade tornar elétrons em íons (MARTINS, 2017).

A radiação pode ser originada a partir de partículas ou de ondas eletromagnéticas. Os raios X e a radiação gama são consideradas como radiação eletromagnética, enquanto radiações alfa, beta e nêutrons são classificadas como radiação em partículas. A radiação alfa por possuir massa e carga elétrica elevada não consegue ultrapassar uma folha de papel. Já a radiação beta são elétrons transmitidos através do núcleo que se encontra instável pertencente ao átomo radioativo, porém não conseguem passar por lâminas metálicas (CARDOSO, 2021).

A radiação gama possui um alto poder de penetração ao se comparar com a radiação alfa e beta tendo a capacidade de ultrapassar até mesmo uma placa de chumbo (VICENTE; SALDANHA, 2012). Já em relação a radiação resultante dos nêutrons, apesar de possuírem alto poder penetrante, por produzirem elementos radioativos não são utilizados para irradiação de alimentos. Vale destacar que os raios X possuem baixo rendimento por conta da sua capacidade de penetração ser menor ao da radiação gama, sendo mais vantajoso economicamente utilizar a radiação gama para tratamento de conservação de alimentos pois a utilizar raios X apenas 3 a 5% da energia empregada é convertida em raios X (CENA, 2004).

Os elementos radioativos apresentam radioatividade. A radioatividade consiste no ato dos núcleos atômicos que possuem energia excedente emití-la na forma de partículas ou de

ondas eletromagnéticas. As partículas transmitidas pelo núcleo atômico são denominadas radiação, e, no caso dessa energia ser propagada com objetivo de atingir algo em específico como alimentos ou em células cancerígenas, o processo recebe o nome de irradiação (COUTO; SANTIAGO, 2010).

A unidade de medida da radioatividade de acordo com o Sistema Internacional de Unidades é o becquerel (Bq) que consiste em uma desintegração/segundo. A dose absorvida é quantificada em rad que equivale a 0,01 gray que é a unidade utilizada no Sistema Internacional de Unidades (ABIROCHAS, 2008).

Na radiação gama, fótons são emitidos a partir de isótopos de cobalto 60 ou césio-137, tendo uma alta frequência e elevada energia, permitindo que os raios gama consigam percorrer longas distâncias no ar e assim penetrar nos alimentos. A radiação gama é utilizada como radiação esterilizante pelo impacto em destruir o DNA e o RNA (FERNANDES, 2022).

As bases nucleotídicas do DNA e RNA são alteradas com a aplicação da irradiação, a hélice é desnaturada e conseqüentemente ocorre a quebra das cadeias simples ou duplas. Portanto, não há duplicação do DNA, acarretando a inativação de microrganismos (MOSTAFAVI, MIRMAJLESSI e FATHOLLAHI, 2012).

A radiação artificial ou induzida é gerada quando se aplica radiação alfa, beta e nêutrons, os núcleos destas partículas sofrem alterações por conta da radiação e conseqüentemente há a emissão de elementos radioativos (RIBEIRO, 2016). Em alimentos, para não ocasionar radiação artificial ou induzida é utilizado somente raios gama, elétrons acelerados e raios X. Estes raios não produzem radiação induzida devido ao fato de conseguirem romper as ligações químicas no momento que são absorvidos pelo alimento. Em relação à fonte de radiação gama aplicada nas indústrias de alimentos, é empregado o radioisótopo de cobalto 60 com energia de 1,17 MeV e 1,33 MeV e o césio-137 com energia de 0,66 MeV. (FELLOWS, 2018).

Em relação a contaminação radioativa e irradiação em frutas, a diferença consiste que a contaminação radioativa advém da existência de material radioativo de maneira não planejada na superfície das frutas irradiadas, acontecendo de forma acidental o contato da radiação com o alvo. Em contrapartida, a irradiação é a exposição da radiação de maneira desejável, não tendo a necessidade de a fonte radioativa estar em contato direto com as frutas (COUTO; SANTIAGO, 2010).

Entre as interações que ocorrem devido a aplicação de irradiação em frutas, a que se destaca é a radiólise da água por conta de a água ser um dos principais componentes desses alimentos. A radiólise da água gera dois produtos que são: os radicais hidroxilas e o radical de hidrogênio, denominados radicais livres (FRANCO *et al.*, 2008). Os radicais livres são capazes

de causar danos ao DNA, por conta da alta radioatividade ocasionando em roturas em uma ou duas fitas do DNA (LANDGRAF, 2002).

4.2 Classificação do processo de irradiação

A irradiação de alimentos pode ser dividida em três subcategorias: Radurização, Radiciação e Radapertização. A Radurização consiste em uma técnica que utiliza doses baixas de radiação com a dosagem menores que 2,5 kGy, sendo um método que se assemelha a pasteurização em relação a conservação das frutas. Possui o objetivo de diminuir a quantidade de microrganismos deteriorantes, bactérias psicrotróficas inativas, leveduras e bolores. Para o método de Radiciação aplica-se médias doses de radiação entre 2,5 kGy a 5 kGy, é utilizada para a redução de patógenos e células bacterianas vegetativas nos alimentos. Vale destacar que esta técnica não destrói totalmente os microrganismos, devido a dosagem não ser alta. Já a Radapertização possui doses consideradas altas de irradiação compreendidas de 30 kGy a 40 kGy, sendo uma radiação esterilizante, porém devidos às altas dosagens não é muito utilizada em alimentos (ERKMEN *et al.*, 2016).

4.3 Processo de irradiação na indústria

Os irradiadores de cobalto 60 são amplamente utilizados na indústria alimentícia como equipamento para aplicar irradiação gama. A fonte de irradiação destes equipamentos fica localizada no interior de uma câmara com paredes feitas de concreto para impedir que ocorra contaminação e garantir a segurança dentro das fábricas. Vale ressaltar que quando a fonte não está sendo utilizada dentro da indústria, é necessário colocá-la em um poço que possua revestimento de aço inox para evitar a passagem dos raios ionizantes. O processo de irradiação se dá através de monotrilha, no qual são colocados contêineres com os alimentos e posteriormente levados até o interior da câmara de irradiação onde irão receber a dose estabelecida da radiação gama fonte de cobalto 60 (PROGRAMA NUCLEAR BRASILEIRO, 2010).

Apesar da maioria da indústria alimentícia utilizarem cobalto 60 como fonte de radiação ionizante, por conta da escassez desta fonte, os raios x e os feixes de elétrons se tornam uma alternativa para irradiação de alimentos (FOLLETT *et al.*, 2014).

O sistema para aplicação de raios x é similar ao de radiação gama. A máquina bombardeia rapidamente metais pesados para que haja fluxo de raios x (MSHELIA; DIBAL; CHIROMA, 2022). Vale destacar que durante o processo de irradiação nas indústrias, o

alimento atravessa pelo campo de energia ionizante, sem o risco de contaminação (DELMASTRO, 2015).

Já em relação aos equipamentos de feixe de elétrons, são aceleradores de elétrons que possuem o formato de um tubo com tensão entre 200000 Volts e 10000000 Volts (TSAI, 2006). É importante ressaltar que os aceleradores de elétrons são descontínuos, sendo possível desligar o equipamento quando não estiver em uso. O poder de penetração da irradiação por feixe de elétrons é baixo por conta da repulsão entre os feixes e os elétrons localizados na órbita dos átomos do alimento (PINO, 2013).

4.4 Dosagem de Irradiação em alimentos

Para que ocorra a inativação dos microrganismos, a dosagem adequada é um dos fatores essenciais. Os microrganismos de acordo com a espécie possuem sensibilidades diferentes em relação a irradiação, por isso cada dosagem tem que ser definida com base na sua resistência. A maioria dos patógenos que são comumente encontrados em alimentos são mortos com aplicação de doses baixas a médias entre 1 e 7 kGy. Em relação a sensibilidade, os bolores são os mais sensíveis ao se comparar com leveduras, bactérias e vírus. Em contrapartida, os vírus são os menos sensíveis à irradiação (ERKMEN *et al.*, 2016).

Um termo que contabiliza a sensibilidade é o valor D_{10} que consiste na dose de radiação que diminui a população microbiana em 90% (FELLOWS, 2018).

Em relação a dosagem, um dos fatores que deve ser considerado é a aplicação de irradiação em quantidades subletais, pelo fato de ocasionar mutações em microrganismos com maior resistência à irradiação. Portanto a dosagem utilizada tem que ser bem estabelecida, para garantir a inibição quase total dos microrganismos, de maneira que não fique uma quantidade significativa de microrganismos debilitados no alimento. No caso de microrganismos que forem debilitados, porém não forem eliminados por completo, existe o risco do DNA do microrganismo se regenerar de maneira diferente. Vale destacar que quanto maior a dose de irradiação utilizada maior o risco de ocorrer mutações, por conta de existir um maior comprometimento do DNA, podendo ocasionar em reconstruções imprevisíveis do próprio DNA (FERNANDES, 2022).

No que se refere a mutação gênica, ocorre nos microrganismos que estão presentes nos alimentos consistindo em modificações geradas pela radiação ionizante ocasionando alterações de informações codificadas na forma de genes, sendo uma mudança irreversível. Já a quebra de moléculas DNA ocasiona na perda de uma parte do material genético resultando na morte da

célula dos produtos irradiados, com a quebra ocorre o impedimento que ocorra a reprodução do DNA (NOUAILHETAS, 2005).

A respeito da legislação sobre a dosagem, a Resolução-RDC Nº 21, DE 26 DE JANEIRO DE 2001 afirma que qualquer alimento pode ser tratado por irradiação desde que a orientação 4.3 da resolução seja seguida.

Tópico 4.3:

“a. A dose mínima absorvida deve ser suficiente para alcançar a finalidade pretendida;
b. A dose máxima absorvida deve ser inferior àquela que comprometeria as propriedades funcionais e ou os atributos sensoriais do alimento.”

Na tabela 1 estão mostrados os níveis aprovados de irradiação de alguns alimentos de acordo com a Organização Mundial da Saúde.

Tabela 1: Níveis aprovados de irradiação em alimentos.

Alimentos	Propósito	Dose média (kGy)
Batata, cebola, alho, raiz de gengibre etc.	Inibição do brotamento	0,05 – 0,15
Cereais, frutas frescas e desidratadas, carne e peixe desidratado, carne de porco desidratado etc.	Controle da infestação por insetos e parasitas	0,15 – 0,50
Frutas e vegetais frescos	Controle da maturação	0,50 – 1,0
Peixe fresco, morangos etc.	Extensão do prazo de validade	1.0-3.0
Carne, frango, frutos do mar, alimentos prontos etc.	Esterilização industrial (em combinação com aquecimento)	30,0 – 50,0
Uvas (aumento da produção de suco), vegetais desidratados (reduzidos tempo de cozimento), etc.	Melhorar as propriedades tecnológicas dos alimentos	2.0-7.0

FONTE: Adaptado de WHO, 1988.

4.5 Legislação de Alimentos Irradiados

O Brasil possui determinadas legislações relacionadas a alimentos irradiados: Decreto-lei nº 986 de 21 de outubro de 1969, o Decreto nº 72.718, de 29 de agosto de 1973, a Resolução RDC nº 21, de 26 de janeiro de 2001 e Instrução Normativa Nº 9 de 2011.

O Decreto-lei nº 986 de 21 de outubro de 1969 foi a primeira legislação a estabelecer normas para os alimentos irradiados no Brasil, além de instituir normas básicas sobre os alimentos. O Decreto-Lei nº 986/PR, de 21/10/1969 foi instituído pelos Ministros da Marinha de Guerra, do Exército e da Aeronáutica Militar. (LEVY; SORDI; VILLAVICENCIO, 2020). O Decreto-Lei nº 986/PR traz a definição de alimento irradiado como o alimento que foi irradiado propositalmente com algum objetivo e que respeite as normas vigentes, neste decreto também consta a necessidade de que no rótulo tenha a indicação que o alimento havia sido irradiado.

No Decreto nº 72.718 define as normas gerais para os alimentos irradiados e consta a regulamentação a respeito da autorização para irradiar os alimentos no território nacional (ANVISA, 2016). Só será permitido a irradiação de alimentos se forem aprovados pela

Comissão Nacional de Energia Nuclear, e para isso o alimento não pode possuir características danosas em relação ao consumo.

No que se refere à Resolução RDC nº 21, de 26 de janeiro de 2001, ela aprova o regulamento técnico para irradiação de alimentos. Nela consta que a dose mínima absorvida tem que ser capaz de atingir o objetivo pretendido e a dose máxima tem que ser menor que a dose que afetaria as propriedades funcionais e ou os atributos sensoriais do alimento. Em relação a rotulagem o alimento deve constar a esta informação: "ALIMENTO TRATADO POR PROCESSO DE IRRADIAÇÃO" e se um alimento que não foi submetido a irradiação, mas possuir algum ingrediente que foi irradiado deve estar declarado na lista de ingredientes (BRASIL, 2001).

Em 2011, foi publicada, no Diário Oficial da União, a Instrução Normativa Nº 9, pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. A instrução normativa adota as diretrizes da Norma Internacional para medidas fitossanitárias, com o intuito prevenir a introdução ou disseminação de pragas quarentenárias regulamentadas no território brasileiro. Neste ato legal consta a lista de controle para aprovação de instalações com vistas a aplicar os tratamentos fitossanitários.

Em relação a legislação internacional, existe o símbolo internacional para identificar alimentos irradiados: a Radura. Não é obrigatório o uso da Radura no Brasil, de acordo com a ANVISA. Já nos Estados Unidos, o uso da Radura em alimentos irradiados é obrigatório, de acordo com a agência americana de administração de alimentos e medicamentos – *Food and Drug Administration* (FDA). É essencial a identificação dos produtos irradiados, para informar para os consumidores que aquele alimento passou pelo processo de irradiação, pois a radiação não deixa diferença nos aspectos de aparência da fruta (COUTO; SANTIAGO, 2010).

Figura 1- Logotipo internacional que é utilizado para identificar um alimento irradiado - Radura



Fonte: USFDA, 2016

4.6 Aplicação da técnica de irradiação

Uma das aplicações do processo de irradiação é para evitar brotamento e a germinação. Exemplificando é utilizado a irradiação para inibir a germinação de batatas e tubérculos de inhame, cebola e alho, gengibre e castanhas. Vale salientar que a dose adequada para inibir a germinação de batatas e inhame é de 0,08-0,14 kGy e para gengibre é 0,04-0,10 kGy, para cebolas, chalotas e alho, 0,03-0,12 kGy e para castanhas em torno de e 0,20 kGy. Outra aplicabilidade é para estender a vida útil de alimentos perecíveis, com o intuito de matar os microrganismos que causam deterioração do alimento. Outras funções da aplicação de irradiação em alimento é para retardar o amadurecimento e envelhecimento de frutas e legumes. É importante salientar que a irradiação também é utilizada para destruir parasitas que podem acarretar doenças para os humanos e animais. Por exemplo, *Trichinella spiralis*, que é encontrada em carne de porco, que pode ocasionar triquinose, é inativado por irradiação a partir de 0,15 kGy. (WHO, 1998).

A irradiação em baixa dosagem é utilizada com o intuito de desinfestar para impedir a proliferação de insetos, ovos e larvas sendo amplamente utilizados em grãos e farináceos. Já as dosagens intermediárias têm o objetivo de melhorar o comportamento microbiano dos produtos através da inativação microbiana. Em reação às altas doses de irradiação são usadas em especiarias para a descontaminação (FREIRE JUNIOR; VITAL, 2021).

4.7 O que são frutos

A palavra fruto veio do latim (*fructus*) e possui o significado: produto oriundo da terra que pode ser utilizado pelos homens e animais. A palavra fruta também veio do latim (*fructa*) e significa desfrutar. Já em relação a definição botânica consiste que um fruto é um produto do crescimento de uma flor ou inflorescência de uma angiosperma. Já a fruta é um fruto carnoso, comestível que possui um sabor adocicado (VIEIRA, 2019). O fruto se forma devido a fecundação do óvulo da flor por conta de estímulos hormonais. Durante o crescimento o fruto absorve os açúcares produzidos durante a fotossíntese, na folha rica em clorofila e cloroplasto ocorre a transformação da energia luminosa em energia química e a fixação de CO₂ atmosférico. Já na maturação há a produção de etileno e processos fisiológicos o que acarreta alterações nas características do fruto. Na fase do amadurecimento o metabolismo está mais acelerado por conta da ação do etileno e da elevada taxa de respiração. Por fim, na senescência ocorre a degradação dos tecidos dos frutos que culmina na morte celular (ANESE, 2015).

4.8 Consumo de frutas no Brasil

De acordo com a Associação Brasileira de Nutrição, antes da pandemia 24,1% da população consumia a quantidade de frutas recomendada pela Organização Mundial da Saúde (OMS). É recomendado 400g por dia pelo menos cinco dias da semana. O percentual de consumo adequado da quantidade de frutas entre os homens era de 19,3% e em relação às mulheres era de 28,3% da população total (ASBRAN, 2015). O cenário pós pandemia houve uma alteração do percentual de consumo de frutas de adolescentes no país, de acordo com periódico científico *Nutrients*, 25,5% dos adolescentes que participaram da pesquisa consumiam ao menos uma peça de fruta por dia antes da pandemia, já durante o confinamento houve um aumento para 33,2% (UNA-SUS, 2020).

De acordo com o trabalho feito pelo Núcleo de Pesquisas Epidemiológicas em Nutrição e Saúde da Universidade de São Paulo (USP), que possui a participação de 10 mil voluntários, as pessoas que possuíam um grau de estudo maior localizadas em regiões economicamente privilegiadas, iniciaram uma alimentação mais saudável, por conta do isolamento social. Já as pessoas que possuem menor escolaridade em regiões não favorecidas economicamente, tiveram que continuar trabalhando, apesar do orçamento diminuir (CENTOFANTI, 2021).

Durante a pandemia foi estabelecida medidas provisórias, como a n° 926, de 20 de março de 2020, na qual foi estabelecido que apenas que os serviços essenciais continuassem em funcionamento e as vendas de frutas se enquadram nesta categoria.

4.9 Exportação de frutas

De acordo com dados divulgados pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), no ano de 2021 houve um aumento de volume e de receita em relação a exportação de frutas, tendo um faturamento de mais de 1,21 bilhão de reais, ocorrendo um acréscimo de 20,39% em relação ao ano de 2020. O volume de frutas que foram exportadas foi de 1,24 milhão de toneladas, em relação ao mesmo período do ano anterior houve uma adição de 18,13%. Os principais destinos das frutas exportadas no ano de 2020 foram a União Europeia, os Estados Unidos, o Reino Unido, a Argentina e o Canadá (GOV, 2022).

4.10 Eficácia do método de irradiação

Ao analisar a literatura percebe-se que a eficácia do método de irradiação está relacionada com a capacidade da radiação ionizante realizar a inibição de diferentes grupos de microrganismos de maneira total ou parcial. Outro fator que afeta a eficácia do processo é a dosagem, pois dependendo do objetivo de se aplicar a irradiação é necessária uma dosagem específica para que o método seja efetivo. É importante ressaltar que cada alimento tem um comportamento diferente a determinada dosagem da radiação, sendo para uma fruta específica a irradiação naquela dosagem eficaz e para outra seja necessária uma dosagem maior para obter a mesma finalidade.

Os raios X com dosagem baixas (150 KeV) são eficazes para diminuir os microrganismos: *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli* O157:H7, *Staphylococcus aureus* e *Listeria monocytogenes* em cardamomo. Ao aumentar a dosagem, a redução dos microrganismos ocorre de maneira mais acentuada. Para *Salmonella typhimurium*, *Escherichia coli* O157:H7 e *Listeria monocytogenes* a irradiação com dosagens acima de 300 Gy acarreta uma diminuição de forma que impossibilite a contagem dos microrganismos nas placas (ZHANG, 2021).

A radiação gama aplicada em tâmaras do cultivar ‘Piarom’ semi-seca e em tâmaras secas das cultivares ‘Zahedi’ e ‘Deiri’ ocasiona uma redução significativa na carga microbiológica. As dosagens mais elevadas são mais eficazes para controle de fungos (ZARBAKSHI, 2019).

A fonte de cobalto 60 do tipo GammaCell 220, em relação à germinação, compromete o crescimento dos cotilédones e de raízes em sementes de melões e de melancias. As doses de 1,0 e 2,0 kGy afetam de maneira mais acentuada o desenvolvimento das raízes e dos cotilédones

em relação às doses menores. Portanto, quanto maior a dosagem de irradiação mais eficaz é o processo de inibição (HUACHACA *et al.*, 2000).

Ao comparar a aplicação de irradiação gama em baixa dosagem (0,3 a 0,5 kGy) com Fungicida ClO₂, a irradiação apresenta um menor grau de deterioração em morangos, bananas, maçãs, mamão (formosa e papaya) devido ao retardo da maturação dos frutos acarretando na redução dos fungos. Outra vantagem da aplicação da irradiação é a possibilidade de aplicar a radiação ionizante nos produtos já embalados (GOMES, 2019).

A aplicação de irradiação em baixa dosagem (~ 1 kGy), a partir de feixes de elétrons em cubos de Melancias (*Citrullus lanatus*), ocasiona uma redução na carga biológica, em relação a biocarga bacteriana aeróbica. Vale salientar que as baixas dosagens não eliminam totalmente a carga microbiana das melancias, não sendo capazes de eliminar microrganismos patogênicos como a *Salmonella* spp. A redução em baixa dosagem de feixe de elétrons apesar de acarretar uma diminuição logarítmica entre 0,5 e 1,0 em relação a carga biológica das frutas, provoca uma menor perdas por deterioração dos alimentos pelo fato de estender a vida de prateleira. É importante ressaltar que as baixas dosagens de irradiação por fonte de elétrons não afetam a aceitabilidade do consumidor (SMITH, 2017)

Em relação às variedades de manga Tommy Atkins e Haden minimamente processada inoculadas com cepas de *Salmonella Infantis*, *Salmonella Enteritidis* ATCC 13076 e *Salmonella* Tiphimurium ATCC 14028, o processo de irradiação gama fonte de cobalto 60 é eficiente para melhoria das características microbiológicas das mangas. Vale destacar que quanto maior a dose, menor é a quantidade de microrganismos sobreviventes nas amostras de mangas, onde a maior redução dos microrganismos ocorre com a dosagem de 2 kGy, no intervalo de 0 a 2 kGy. A vida de prateleira das mangas Tommy Atkins minimamenteprocessada e irradiadas com a dosagem de 1kGy é de dois dias a mais em relação a mangas da mesma variedade que não foram irradiadas. Além da maior vida de prateleira, as mangas irradiadas possuem aceitação semelhante em relação às frutas que não foram irradiadas. O valor D_{10} para *Salmonella* spp. é de 0,52 e de 0,62 kGy em manga da espécie *Mangifera indica* L. (CESTARI JUNIOR, 2005).

Em saladas de frutas inoculadas com coliformes fecais e *Salmonella*, a irradiação, na dosagem de 3 kGy, é uma técnica de conservação eficiente em relação aos coliformes fecais. Porém, no caso da *Salmonella*, a dose de 3kGy não seria eficiente para a inativação do microrganismo. Para microrganismos aeróbios, a irradiação ocasiona uma redução de 1 ciclo logarítmico com a dosagem de 0,5 kGy e com o aumento da dosagem ocorre uma maior redução na contagem destes microrganismos. Nos bolores e em leveduras também há uma diminuição

com a aplicação da irradiação, tendo um decréscimo de 1 ciclo logarítmico na dosagem de 1,0 kGy (FABBRI, 2014).

O melão Cantaloupe minimamente processado e irradiado com radiação gama inibe o crescimento de bactérias mesófilas, quanto maior a dosagem menor a incidência das bactérias. Ao se comparar um melão Cantaloupe irradiado (0,5 kGy) com um que não passou pela técnica de conservação, em 10 dias de armazenamento, há uma diferença de 3,046 log UFC g⁻¹ de bactérias mesófilas. Em relação às bactérias psicotróficas, a irradiação tem um efeito semelhante: quanto maior a dosagem menor a quantidade das bactérias (MOREIRA *et al.*, 2009).

A irradiação gama fonte de cobalto-60 nas doses de 1, 2 e 3 kGy aplicadas em farinhas de resíduos agroindustriais de frutas como abacaxi, melão, mamão e maçã, a irradiação é eficiente para a eliminação de coliformes totais. Já em relação aos bolores e leveduras a dose de 1 kGy não é suficiente para inibição total ao decorrer do tempo de armazenamento, apesar de reduzir aproximadamente pela metade a quantidade de bolores e leveduras ao se comparar com a farinha de resíduos agroindustriais que não passaram por nenhuma técnica de conservação. As doses de 2 e 3 kGy reduzem totalmente os bolores e leveduras na farinha de resíduos agroindustriais (ARANHA *et. al.*, 2017).

A radiação ultravioleta-C é efetiva para inibir os crescimentos de microrganismos mesófilos e psicotróficos em morangos minimamente processados. Porém há alterações em características sensoriais dos morangos, como a diminuição da firmeza e alteração na coloração. Vale ressaltar que apesar das perdas, não há alterações significativas nos atributos aroma, frescor, sabor e impressão global (VICENZI, 2014). A radiação gama em morangos refrigerados acrescenta três dias no período de comercialização em relação aos morangos que foram refrigerados, mas não foram irradiados (QUINTÃO, 2018).

A respeito dos bolores e leveduras, a irradiação gama na dosagem de 1 kGy é eficiente em farinha de bagaço de maçã no período de 9 meses de armazenamento. A dose letal para bolores e leveduras em farinha de bagaço de maçã é de 2 kGy por um período de 9 meses (ITO, 2015).

A radiação ionizante inibe o crescimento dos fungos *Penicillium spp.*, *Fusarium spp.*, *Helminthosporium spp.*, *Alternaria spp.*, *Trichoderma viride* e *Stemphyllium spp* em tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill). A dose mais eficiente para impedir o desenvolvimento dos fungos nos tomates é de 0,50 kGy. No que se refere às sementes dos tomates as doses de 0,50 e 0,75 kGy causam um retardo na germinação e no desenvolvimento fisiológico, mas em relação ao controle microbiológico a radiação não é eficiente (SOARES, 2018).

As doses de irradiação gama 0,6 kGy, 0,8 kGy e 1,0 kGy acarretam um retardo de dois dias no aparecimento de leveduras em mamões “formosos” minimamente processados e refrigerados a 9°C. A radiação gama também é eficiente para redução na microbiota fúngica dos mamões no período de cinco dias de armazenamento, sendo eficaz para controlar a densidade microbiana (GIANNONI, 2004).

4.11 Alterações ocasionada pela técnica de irradiação

Uma das preocupações da população a respeito dos alimentos irradiados é sobre alterações nos aspectos sensoriais como a textura, coloração e sabor. Outro receio por parte dos consumidores é se há perdas nos compostos bioativos, vitaminas e nutrientes. Por conta deste motivo surgiram alguns estudos com o objetivo de avaliar a estabilidade destes compostos.

4.11.1 Flavonoides

A aplicação da irradiação em frutas acarreta um aumento dos teores dos flavonoides, que são pigmentos com características antioxidantes, em chips de maçã desidratados. Ao comparar os chips de maçã desidratados sem aplicação de irradiação e após irradiados, com a dosagem de 3,0 kGy, ocorre um aumento de 6,6% de flavonoides, tendo um aumento proporcional a quantidade de irradiação. Esse aumento possivelmente ocorreu devido a transformação de compostos fenólicos maiores em menores. Entretanto, durante o armazenamento ocorre um decréscimo na quantidade de flavonoides tanto para os chips de maçãs irradiados e o que não passaram por esse processo (HUSSAIN *et al.*, 2021; STAJNER *et al.*, 2007).

Nas polpas da uvaia, fruta nativa da Mata Atlântica, os valores de flavonoides são similares ao decorrer de 42 dias de armazenamento entre as dosagens de 2, 4 e 6 kGy de radiação gama. Vale destacar que a feijoa, que também é uma fruta nativa, possui características semelhantes no que se refere às frutas irradiadas e frutas que não possuem radiação aplicada. Tanto a polpa de feijoa irradiada quanto a *in natura* possui um decréscimo na quantidade de flavonoides semelhantes. Portanto, a irradiação não acarreta degradação dos flavonoides (CASTELUCCI, 2015).

Em saladas de frutas, compostas por maçã, melão, uva e manga, a irradiação ocasiona um aumento nos teores de flavonoides, fato que está relacionado com o aumento da dose da irradiação. O aumento é equivalente a 43% ao comparar a salada de fruta sem aplicação de irradiação com a salada de fruta com aplicação de 3 kGy (HIRASHIMA, 2016).

4.11.2 pH

Vale destacar que caso ocorresse alteração no valor do pH os parâmetros sensoriais das frutas seriam modificados. O sabor das frutas com a redução do pH transmitiria um sabor mais ácido e a textura (RUBICO,1993). A radiação gama fonte de cobalto - 60, nas doses de 0,5, 1,0, 1,5 e 2,0 kGy, não altera significativamente o valor do pH em morangos após 30 dias de armazenamento em relação ao controle (sem tratamento) (FRANÇOSO *et al.*, 2007). No caso da polpa de amora - preta (*Rubusspp.* L.) a irradiação gama na dosagem de 0,75 a 3kGy, não ocasiona diferença significativa no período de 60 dias de armazenamento em relação ao pH (SILVA *et al.*, 2014). Em bananas (*Musa sp.*) a radiação gama também não altera significativamente os números de pH após trinta e dois dias após aplicação de irradiação (SILVA, *et al.*, 2008).

4.11.3 Textura

Em tomates em doses baixas de radiação gama, até 1,0kGy, não afeta a textura. Porém aplicações de doses a partir de 2,0 kGy acarretam uma diminuição da dureza do fruto (TORRES, 2010).

Em acerola, morango, melancia e mamão, a radiação gama não tem diferença significativa, a nível de 5% de significância, em relação a firmeza. Em contrapartida, a radiação ocasiona na diminuição na firmeza em maçãs, peras e em abacaxis, porém há uma boa aceitação nos aspectos sensoriais destas frutas irradiadas nas dosagens de 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 e 3,0 kGy (FABBRI, 2014).

A maçã Fuji e peras Niitaka apresentam comportamento semelhante tanto para irradiação de fonte gama quanto para os raios X, tendo um decréscimo no valor da firmeza por conta da alteração ocasionada na estrutura da membrana celular (JUNG *et al.*, 2016).

A diminuição da firmeza está relacionada com a redução da pectina total, por conta da sua sensibilidade à irradiação. Salientando que outro fator que afeta a firmeza dos alimentos irradiados é o tempo de armazenamento que quanto mais longo for menor é a firmeza (GUNES *et al.*, 2001). Em relação a pectina, ela se localiza na parede celular das frutas, classificada como polissacarídeos, e é um dos fatores que afetam a união intracelular. Conseqüentemente, o decréscimo na quantidade de pectina afeta a textura das frutas, diminuindo a dureza (Paiva, 2009).

A irradiação possui comportamento diferente em relação a textura, de acordo com a composição de cada fruta. A textura dos vegetais é variada dependendo dos carboidratos presentes na parede celular. A celulose e a hemicelulose também são polissacarídeos que afetam a textura dos alimentos que estão presentes na parede celular das frutas (CELESTINO, 2010).

4.11.4 Vitaminas

Em relação às vitaminas hidrossolúveis, como as vitaminas C e B₁ (tiamina) são sensíveis a radiação, vale destacar que a sensibilidade das vitaminas hidrossolúveis é dependente da dosagem. Apesar da vitamina C ser oxidada por conta da radiação gama, a atividade biológica se conserva, no caso das vitaminas D e K elas não são afetadas pela radiação, em relação a vitamina A e E a sensibilidade em relação à radiação é variada. (FELLOWS, 2018).

Exemplificando no pedúnculo de caju, a radiação gama acarreta uma diminuição dos teores de vitamina C (SOUZA et al., 2009). No kiwi minimamente processado com o aumento da dose de irradiação, o teor de ácido ascórbico é reduzido no período de armazenamento (OLIVEIRA, 2011). Em toranjas e em limões a irradiação de feixe de elétrons em baixas dosagens (1,0 kGy) ocasiona um decréscimo no teor de vitamina C, porém não é uma diminuição significativa a nível de 5% de significância (RAMAKRISHNAN, 2019).

Em relação a sensibilidade das vitaminas à radiação de acordo com Diehl (1992) temos os dados da tabela 6.

Tabela 6 - Sensibilidade das vitaminas em relação à radiação

Mais sensível	Menos sensível
Vitaminas Lipossolúveis	
Vit. E → <u>β - Caroteno</u> → Vita. A → Vit. D → Vit. K	
Vitaminas Hidrossolúveis	
Vit. B1 (tiamina) → Vit. C → Vit. B6 → Vit. B2 → Folato → Niacina → Vit. B12	

Fonte: Diehl, 1992

4.11.5 Coloração

Em pêssegos (*Plunus persica* cv. *Chimarrita*) minimamente processados, a irradiação fonte de cobalto - 60 na dosagem 1 kGy e 2 kGy não gera alterações nos parâmetros de luminosidade, coordenadas verdes e coordenadas amarelas na fruta (P.B, 2019). Em contrapartida na farinha de pitaya vermelha (*Hylocereus costaricensis*) a irradiação gama acarreta no escurecimento, diminuição da luminosidade ao passo que a dosagem é aumentada e aumento das colorações vermelha e amarela com a elevação da dosagem por conta da caramelização dos monossacarídeos (SANTOS, 2022).

A radiação gama em pêssego ‘Biuti’ provoca pouca alteração ao se comparar com o pêssego ‘Biuti’ *in natura*. Frutos irradiados associados à refrigeração, no período de sete dias, a dose 0,2 kGy acarreta maiores mudanças na coloração quando comparados com a dosagem 0,1; 0,3; 0,4 e 0,5 kGy. Já em relação a aplicação de irradiação em pêssegos ‘Biuti’, em temperatura ambiente (24 ± 2 °C), em sete dias de armazenamento, a coloração é a mesma para o pêssego que não possui aplicação de irradiação e os que contém a dosagens 0,2; 0,3 e 0,5 kGy (CALORE, 2000).

Em morangos *Camarosa* cv..armazenados em ambiente refrigerado (4 ± 1 °C) e irradiados com doses 0,5 kGy e 1kGy há uma diminuição da luminosidade (L^*) menor ao se comparar com morangos apenas armazenados em ambiente refrigerado durante 20 dias de armazenamento. A oxidação dos produtos químicos dos morangos acarreta na diminuição de luminosidade, conseqüentemente os morangos apresentam um aspecto mais escuro. Já em relação ao parâmetro da vermelhidão dos morangos com a aplicação da dosagem de 0,5 kGy não ocorre alterações significativas. Em contrapartida com a dosagem maior (1 kGy) há uma redução significativa na vermelhidão dos morangos (PANOU, 2020). A respeito da fonte ultravioleta de irradiação em laranjas Lima, a luminosidade não se altera significativamente em relação ao tempo de armazenamento, apenas ocorre um aumento não significativo (SILVA, 2022).

4.11.6 Sabor

No estudo de Kheshti, 2019 analisaram 39 pessoas na faixa etária de 21 e 56 anos que consomem maçã 'Fuji', 57% delas perceberam a diferença entre a maçã irradiada com a dosagem 377 Gy em relação a fruta não irradiada. Porém essa avaliação não foi significativa anível de 0,05% de confiança. Portanto, os participantes não seriam capazes de distinguir as maçãs. Os aspectos sensoriais no que se refere às mangas ‘Funji’ são diretamente ligados à dosagem aplicada, às pequenas doses não acarretam alterações no sabor desta fruta (KHESHTI,2019).

A irradiação gama em manga ‘Ataulfo’ faz com que ocorra uma perda significativa na doçura ao comparar com a fruta sem tratamento, isto ocorre por conta dos teores de sacarose e frutose serem maiores na fruta fresca. As dosagens 0,15 kGy, 0,30 kGy e 0,45 kGy não implicam alterações significativas na doçura. No que se refere a adstringência nas mangas ‘Ataulfo’ entre as dosagens 0,15 kGy, 0,30 kGy e 0,45 kGy, a dosagem de 0,45 kGy é a mais adstringente por conta do alto conteúdo fenólico (CANCINO-VÁZQUEZ, 2020).

Em relação aos aspectos sensoriais do suco de laranja, a irradiação gama fonte de cobalto - 60 associadas ao resfriamento ocasiona um sabor mais ácido à proporção que a dose de irradiação é aumentada. Além das amostras irradiadas apresentarem um sabor cozido, sumo e passado ao comparar com a amostra controle. É importante ressaltar que o suco de laranja sem aplicação de irradiação apresenta um sabor mais intenso da fruta (VERRUMA- BERNARDI *et al*, 2003).

No caso das frutas morangos da variedade dower e campineiro, laranja-pêra, laranja-lima e tangerina a irradiação gama fonte de cobalto- 60, na dosagem de 1,7 e 4,0kGy, não causa diferença no aspecto sabor para a maioria dos consumidores em comparação as frutas sem o tratamento (MASTRO *et al*, 1999). Já a irradiação por feixe de elétrons em morangos não tem uma relação direta com o sabor adocicado, a dosagem de 2 kGy apresentam uma maior percepção no parâmetro doçura que a fruta in- natura e a irradiada com 1kGy (BARKAOUI, 2021).

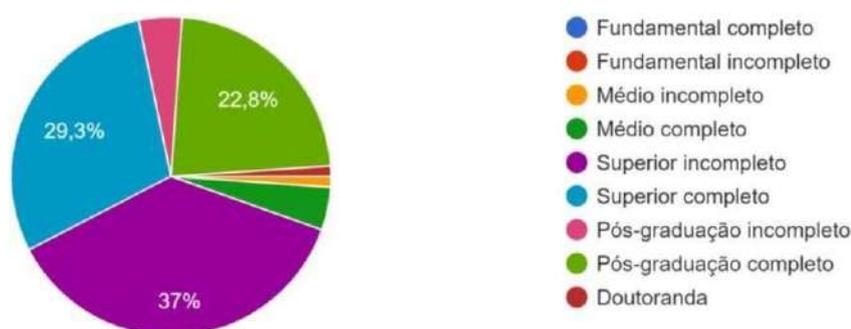
5. FORMULÁRIO

O formulário foi desenvolvido para população no geral não distinguindo os participantes por gênero, nascidos ou residentes no Brasil e obrigatoriamente maiores de 18 anos. Foi abordado a questão da escolaridade dos voluntários da pesquisa, para avaliar se há relação entre o grau de estudo e conhecimento do processo de irradiação. Os dados dos 92 voluntários foram coletados através de questionários realizados de forma *online*, via *Google Docs*, sendo utilizados as plataformas WhatsApp e Email para a divulgação do questionário para o público-alvo. O formulário foi legitimado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos. As perguntas tiveram o intuito de analisar o conhecimento e a opinião dos provadores a respeito da técnica de irradiação, desde o nome até o símbolo. Em outra seção foi perguntado se os voluntários teriam interesse ou não em consumir frutas irradiadas. Para finalizar o formulário foi questionado se as pessoas que consumiram frutas irradiadas sentiram diferenças nos aspectos sensoriais.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o formulário aplicado, a distribuição do nível de escolaridade dos participantes pode ser vista no Gráfico 1. A maioria dos participantes possuem ensino superior incompleto, sendo equivalente a 37% dos voluntários (34 pessoas), a segunda maior categoria foi a superior completo representando 29,3% (27 pessoas). No formulário não houve participantes com o nível de escolaridade fundamental completo e fundamental incompleto. Vale destacar que tiveram 4 participantes com pós-graduação incompleta, 21 com pós-graduação completa, 4 com médio completo, 1 com médio incompleto e 1 doutoranda.

Gráfico 1 - Escolaridade dos entrevistados



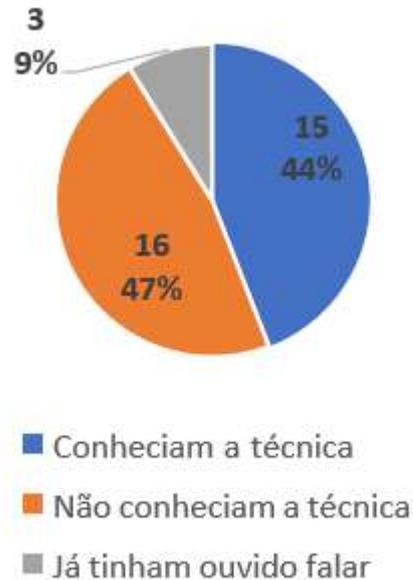
Fonte: Do autor (2022)

As porcentagens em relação ao nível de escolaridade são coerentes, pois a divulgação ocorreu em grupos da plataforma WhatsApp formado por graduandos da Universidade Federal de Lavras - UFLA e pelo e-mail institucional da Universidade.

Foi realizada uma análise entre os participantes que possuíam ensino superior completo, superior incompleto e médio completo para verificar se há uma relação entre o nível de escolaridade e o conhecimento da técnica irradiação.

Entre os 34 entrevistados que possuíam ensino superior incompleto, 15 (44%) conheciam a técnica de irradiação, 16 (47%) não conheciam e 3 (9%) já haviam ouvido falar, mas não sabiam a definição, como podemos ver no Gráfico 2.

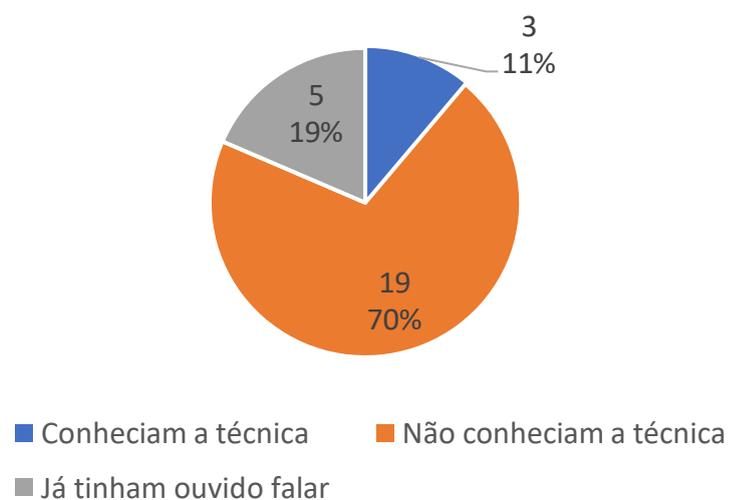
Gráfico 2 – Relação da escolaridade dos participantes que possuíam ensino superior incompleto com o conhecimento da técnica irradiação



Fonte: Do autor (2022)

No Gráfico 3 podemos ver a relação dos participantes que possuem ensino superior completo, dos 27, apenas 3 (11%) já conheciam a técnica, 5 (19%) tinham ouvido falar, mas não sabiam a definição e 19 (70%) não conheciam a técnica.

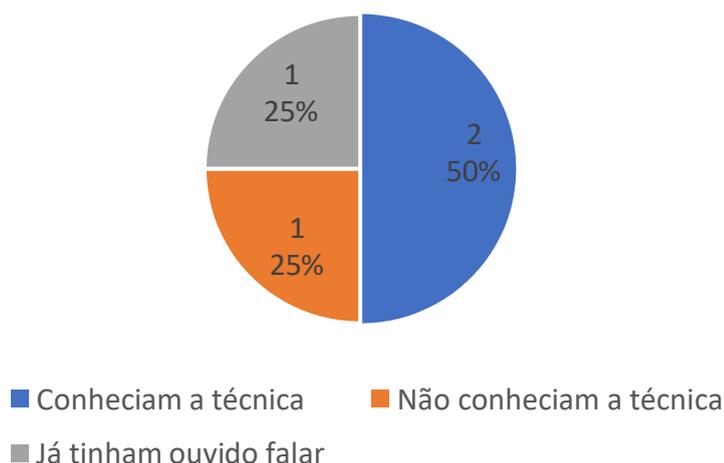
Gráfico 3 – Relação da escolaridade dos participantes que possuíam ensino superior completo com o conhecimento da técnica irradiação



Fonte: Do autor (2022)

Dos 4 voluntários que contém ensino médio completo, 2 (50%) possuem o conhecimento da técnica, 1 (25%) tinha ouvido falar, mas não sabiam a definição e 1 (25%) não possuíam conhecimento a respeito da técnica como pode ser verificado no Gráfico 4.

Gráfico 4 – Relação da Escolaridade dos participantes que possuíam ensino médio completo

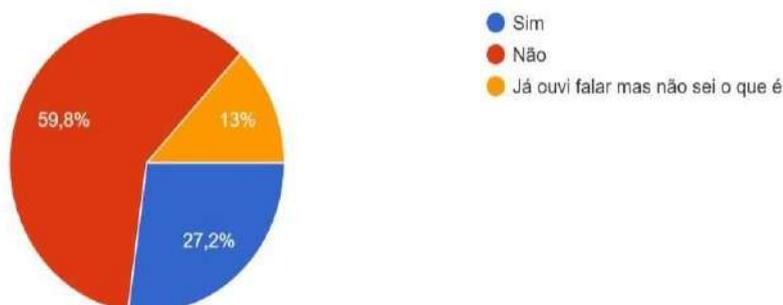


Fonte: Do autor (2022)

Comparando com estudos análogos, no Centro Universitário Fundação Santo André foi aplicado um formulário em relação ao conhecimento sobre a técnica irradiação, onde 90% dos participantes possuíam ensino superior incompleto e 10% superior completo. Como resultado, foi constatado que 74% não possuíam conhecimento a respeito da técnica de irradiação e 66% apresentam uma má impressão a respeito dos alimentos irradiados. Indicando que a escolaridade não tem relação com o nível de conhecimento a respeito de energia nuclear (MODANEZ, 2012). Entretanto, o nível de escolaridade interfere na associação de alimentos radioativos com alimentos irradiados, significando que as pessoas que possuem menor grau de escolaridade tendem a afirmar que alimentos que tiveram irradiação aplicada são capazes de transmitir radiação (ROCHA *et al.*, 2021).

No que se refere ao conhecimento da técnica entre os 92 participantes do formulário, 55 (59,8%) não possuíam conhecimento sobre a irradiação, 13% (12 participantes) já tinham ouvido falar, mas não sabiam do que se tratava e 27,2% (25 participantes) conheciam a técnica, como mostrado no Gráfico 5.

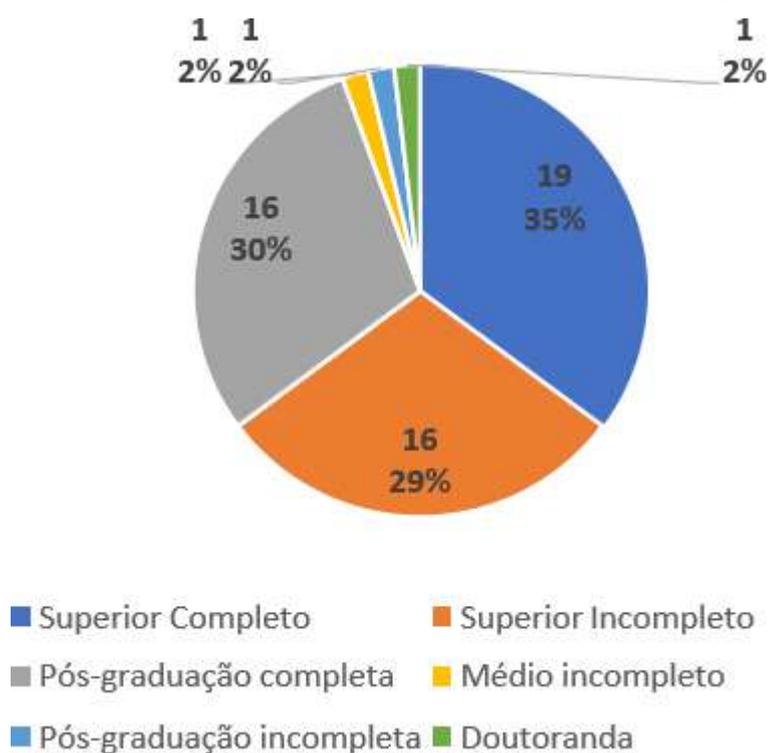
Gráfico 5 - Conhecimento sobre irradiação de todos os participantes



Fonte: Do autor (2022)

Partindo do gráfico 5, foi analisado o nível de escolaridade dos participantes que não conheciam a técnica obtendo o Gráfico 6.

Gráfico 6 – Não conheciam a técnica Irradiação

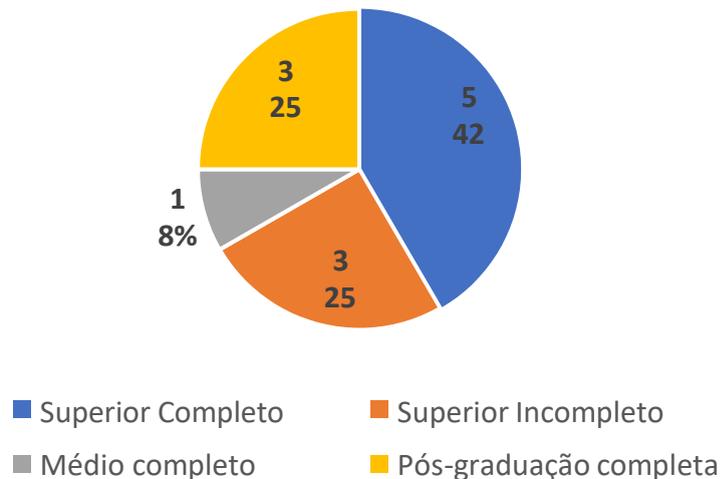


Fonte: Do autor (2022)

Dentre os 59,8% voluntários que não conheciam a técnica, o grupo dos participantes que possuem ensino superior completo representam a maior parte, 34,54% (19 participantes). Os voluntários que possuíam superior incompleto e pós-graduação completa apresentaram uma porcentagem de aproximadamente 29,09% (16 participantes). As categorias escolares: médio completo, médio incompleto, pós-graduação incompleta e doutoranda ficaram com a porcentagem de aproximadamente 1,82% (1 participante cada) em relação aos 55 participantes.

Análogo ao Gráfico 6 foi analisado o nível de escolaridade dos participantes que já haviam ouvido falar, mas não sabiam a definição, podemos observar essa relação no Gráfico 7. Dentre os 13% (12 participantes) que já tinham ouvido falar a respeito da técnica de irradiação, 42% (5 participantes) possuem superior completo, 25% (3 participantes) contêm superior incompleto, 25% (3 participantes) pós-graduação completo e por fim, 8% (1 participantes) tem ensino médio completo.

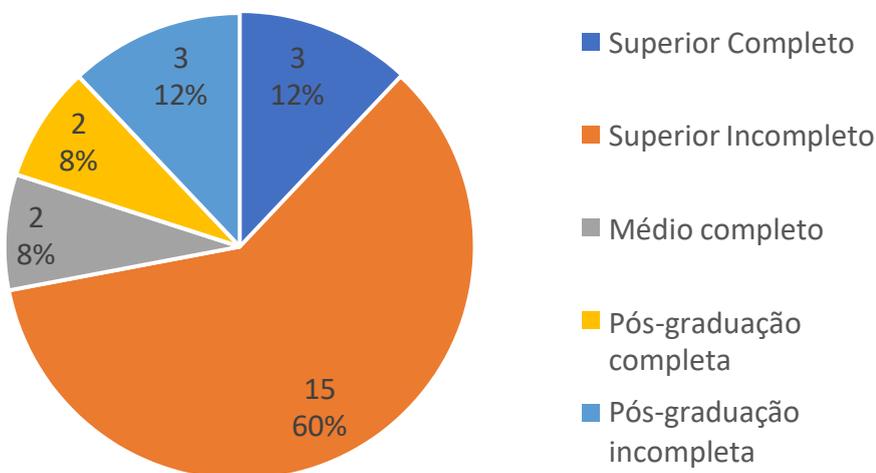
Gráfico 7 –Já tinham ouvido falar da técnica irradiação



Fonte: Do autor (2022)

Analisando os 27,2 % (25 participantes) que conheciam a técnica, 15 possuíam ensino superior incompleto, 2 médios completo, 2 pós-graduação completa, 3 superior completo, e 3 pós-graduação incompleta, como pode ser observado no Gráfico 8. Vale destacar que como o formulário foi divulgado em grupos de graduandos de Engenharia de Alimentos na plataforma WhatsApp, é coerente que a maior porcentagem dos participantes que conhecem essa técnica possua ensino superior incompleto.

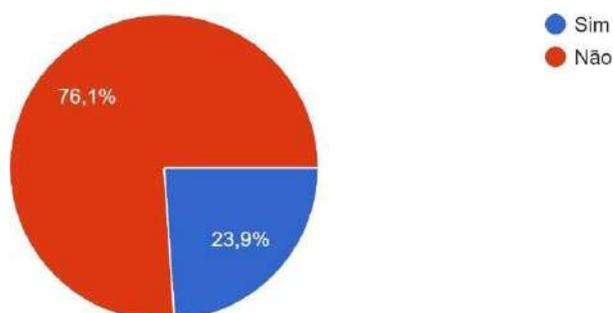
Gráfico 8 - Conheciam a técnica irradiação



Fonte: Do autor (2022)

O símbolo internacional Radura é conhecido por 23,9% representando 22 participantes e desconhecido por 70 participantes, mostrado no Gráfico 9. Vale destacar que duas pessoas apesar de conhecerem a técnica de irradiação não sabiam o que o símbolo Radura representava.

Gráfico 9 – Conhecimento do símbolo: Radura

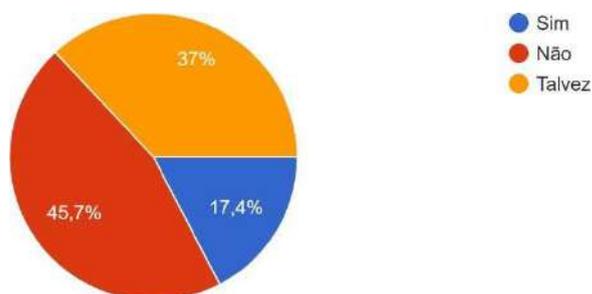


Fonte: Do autor (2022)

No que se refere aos participantes já terem visto o símbolo em embalagem de alimentos, 16 voluntários (17,4%) já haviam visto, 34 (37%) afirmaram que talvez tenham visto e 42 relataram que não viram o símbolo (45,7%) mostrado no Gráfico 10. É importante ressaltar que 53 participantes não conhecem a técnica e nem o símbolo: Radura, apesar destes voluntários

não terem conhecimento sobre a irradiação 5 deles afirmaram terem visto o símbolo e 17 relataram que talvez tenham visto.

Gráfico 10 – Visualização do símbolo Radura em rótulos

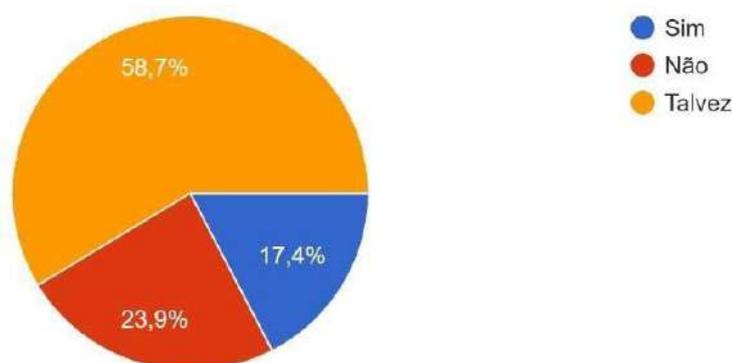


Fonte: Do autor (2022)

Em um estudo análogo, obtive que 57% dos voluntários não possuíam conhecimento a respeito da técnica de irradiação de alimentos. No que se refere ao conhecimento do símbolo Radura 74% dos participantes não sabiam do que se tratava apesar de possuírem alto nível de escolaridade (DA SILVA SOARES, 2018). Em outro estudo com 100 entrevistados, 55% associaram a radiação a guerras e acidentes nucleares. Em relação ao símbolo Radura 67% não reconheceram o símbolo (LEVY, 2018).

No formulário aplicado, foi explicado a definição de irradiação aos 92 participantes. Após explicar o que consistia na técnica de irradiação 58,7% (54 voluntários) afirmaram que talvez tivesse provado alimentos que continham irradiação aplicada. Em contrapartida, apenas 17,4% (16 voluntários) selecionaram que já consumiram alimentos irradiados e 23,9% (22 voluntários) relataram não terem consumido alimentos irradiados, como visto no Gráfico 11. Ressaltando que um dos participantes mesmo não conhecendo a técnica nem o símbolo da Radura afirmou ter consumido produtos irradiados.

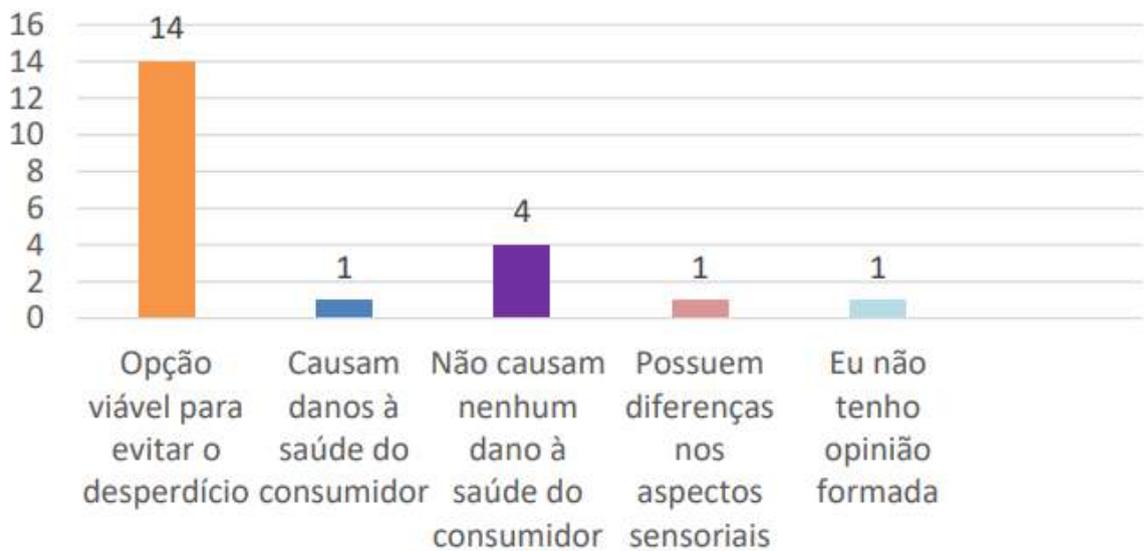
Gráfico 11 – Consumo de alimentos irradiados



Fonte: Do autor (2022)

Em relação aos 16 voluntários que já haviam consumido alimentos irradiados, como podemos verificar no gráfico 12, 14 pessoas afirmaram que acreditam que os alimentos irradiados sejam uma opção viável para evitar o desperdício, por ser uma técnica de conservação. Apenas uma pessoa acredita que os alimentos irradiados possam causar danos para saúde do consumidor, em contrapartida 4 pessoas afirmaram que não acham que estes alimentos possam causar danos. Contudo, uma pessoa afirmou que acredita que os alimentos irradiados contenham diferenças nos aspectos sensoriais (cor, sabor e textura) dos alimentos que não passaram por esse processo. É importante ressaltar que cada voluntário poderia escolher mais de uma opção de resposta por isso apesar de 16 participantes responderem esta perguntae obtivemos 21 seleção de respostas.

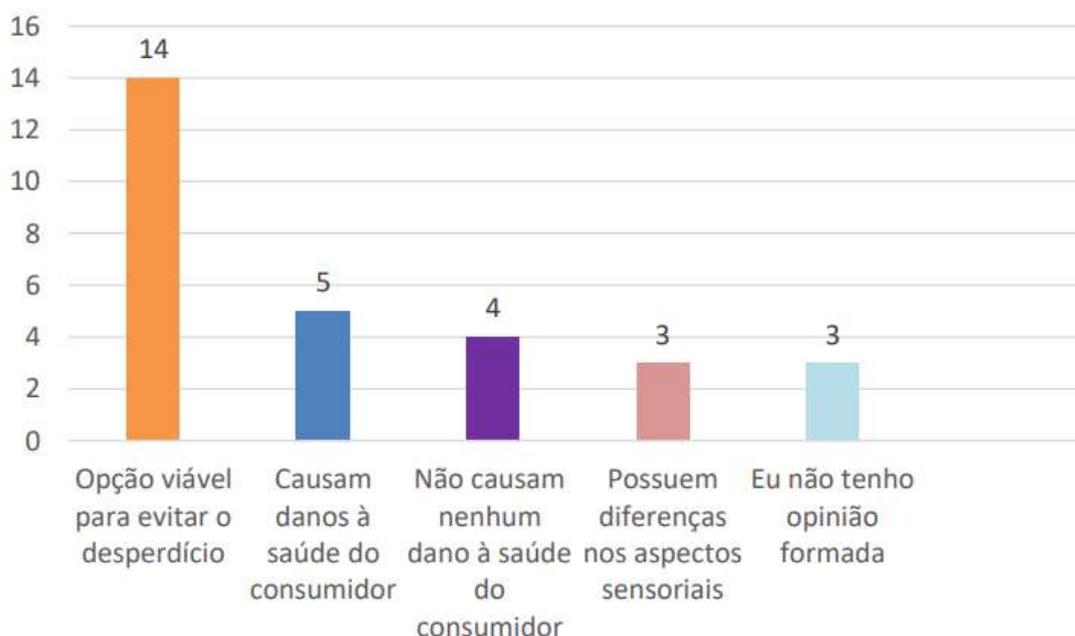
Gráfico 12 - Opinião dos participantes que consumiram alimentos irradiados sobre a técnica de irradiação



Fonte: Do autor (2022)

Em relação à opinião dos 22 voluntários que não haviam consumido alimentos irradiados, após a explicação da técnica, a resposta mais selecionada foi a resposta: “Eu acredito que os alimentos irradiados sejam uma opção viável para evitar o desperdício por ser uma técnica de conservação” informado por 14 voluntários, 3 afirmaram que não tinham opinião formada a respeito do tema, 5 relataram que acreditam que os alimentos irradiados possam causar danos à saúde do consumidor. Em contrapartida, 4 pessoas afirmaram que não acreditam que os alimentos irradiados possam causar danos à saúde do consumidor. Apenas 3 pessoas afirmaram que acreditam que os alimentos irradiados possuem diferenças nos aspectos sensoriais (cor, sabor e textura) dos alimentos que não passaram por esse processo.

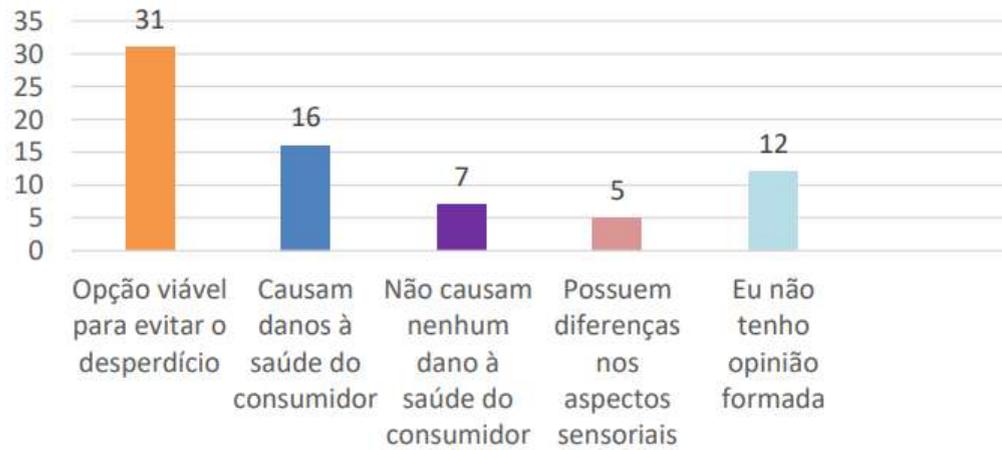
Gráfico 13 - Opinião dos participantes que não consumiram alimentos irradiados sobre técnica de irradiação



Fonte: Do autor (2022)

Dos 54 participantes que afirmaram que talvez tivessem consumido alimentos irradiados, 31 constataram que acreditam que a irradiação é um método viável para evitar o desperdício por ser uma técnica de conservação, 12 não tinham opinião formada, 16 acreditam que os alimentos irradiados causam danos à saúde, 7 responderam que a irradiação não causam danos e 5 pessoas constataram que acham que os alimentos irradiados possuem diferenças nos aspectos sensoriais (cor, sabor e textura) dos alimentos que não passaram por esse processo). Entre as tecnologias: atmosfera modificada, irradiação, revestimento comestível e refrigeração, a irradiação é a tecnologia que os consumidores estão menos familiarizados (RIBEIRO, 2021). Ao analisar os Gráficos 12,13 e 14 percebe-se que entre os três grupos de participantes a opção que contém o maior número de seleção é: “Eu acredito que os alimentos irradiados sejam uma opção viável para evitar o desperdício por ser uma técnica de conservação”. É importante salientar que entre os participantes que talvez tenham consumido frutas irradiadas a segunda reposta mais selecionada foi: “Eu acredito que os alimentos irradiados possam causar danos à saúde do consumidor” demonstrando a falta de conhecimento por parte dos consumidores.

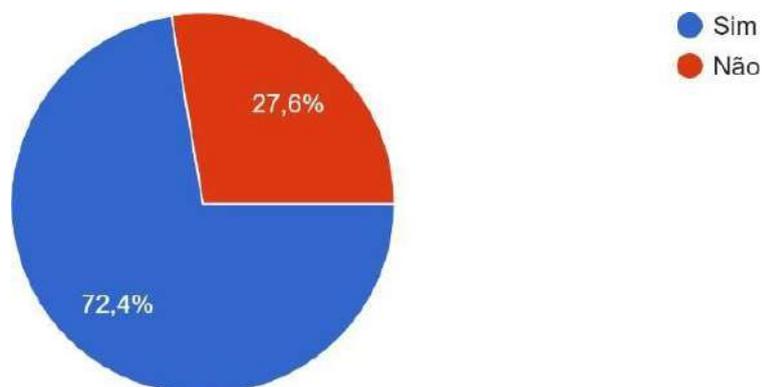
Gráfico 14 - Opinião dos participantes que talvez tenham consumido alimentos irradiados sobre a técnica de irradiação



Fonte: Do autor (2022)

Entre as pessoas que não consumiram ou que talvez tenham consumido alimentos irradiados, 72,4% (55 participantes) afirmaram que comeriam alimentos que foram irradiados, porém 27,6% (21 participantes) não teriam o interesse de comer alimentos que passaram por esta técnica, como mostrado no Gráfico 15.

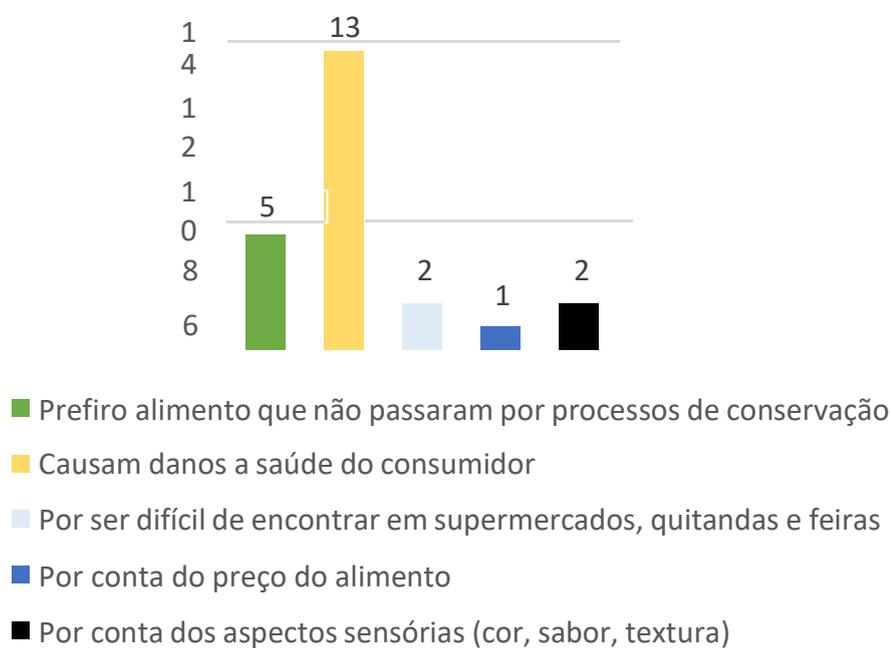
Gráfico 15 – Interesse de consumo de alimentos irradiadas pelas pessoas que não consumiram alimentos irradiados



Fonte: Do autor (2022)

Entre os motivos que esses 21 participantes deram para não consumirem alimentos irradiados, o mais selecionado com 13 votos foi por acreditarem que os alimentos irradiados possam causar danos à saúde do consumidor, como demonstrado no Gráfico 16. A segunda opção mais selecionada foi a afirmação que os participantes preferem produtos que não passaram por processos de conservação. O tópico no qual consta que os participantes acham que os aspectos sensoriais (cor, sabor, textura) não seriam os mesmos que os alimentos *in natura* teve 2 votos. O item que consta que não consomem os alimentos irradiados por serem difíceis de se encontrar em supermercados, quitandas e feiras que também possui 2 votos. Por fim, o tópico que possui apenas uma seleção foi o pelo valor. Vale ressaltar que o voluntário poderia escolher mais de uma opção, mas apenas um participante escolheu três itens. Ao analisar os resultados é perceptível que os participantes não possuem conhecimento a respeito da técnica de irradiação por acreditarem que alimentos irradiados possam causar danos à saúde.

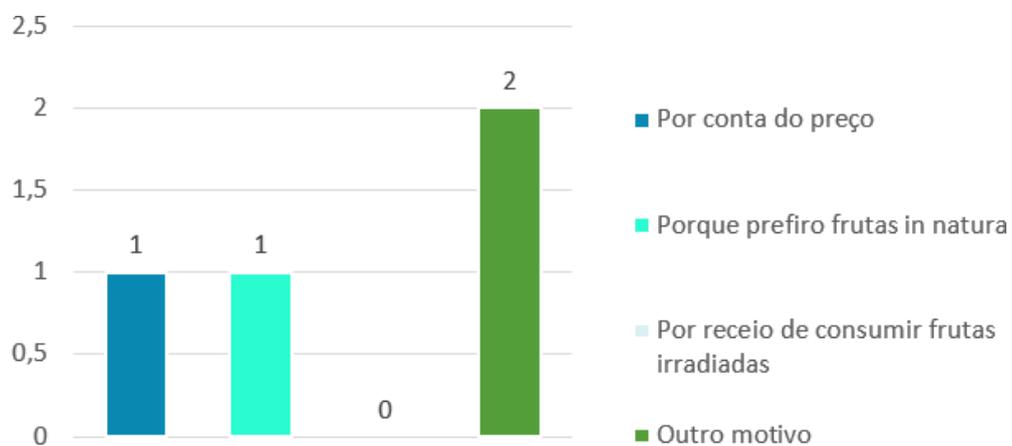
Gráfico 16 – Motivos dos participantes não consumirem alimentos irradiados



Fonte: Do autor (2022)

No que se refere aos 55 participantes que comeriam comida irradiada, apenas 3 afirmaram que não teriam interesse de experimentar as frutas irradiada, destes um voluntário selecionou a opção de preferir frutas *in natura*, o outro participante relatou que motivo para não consumir é o preço e o outro motivo e o terceiro participante selecionou que por conta de outro motivo.

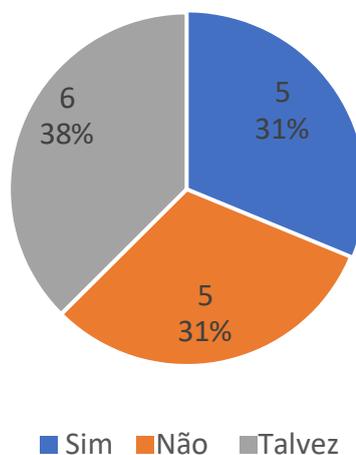
Gráfico 17 – Interesse de consumir frutas irradiadas



Fonte: Do autor (2022)

Entre as 16 pessoas que já haviam comido alimentos irradiados 31% (5 participantes) afirmaram que já haviam consumido frutas irradiadas. Em contrapartida, 31% (5 participantes) relataram que não consumiram frutas irradiadas e 38% (6 participantes) selecionaram que talvez tenham consumido, como mostrado no Gráfico 18. Dos participantes que não haviam consumido frutas irradiadas 100% estavam dispostos a experimentar.

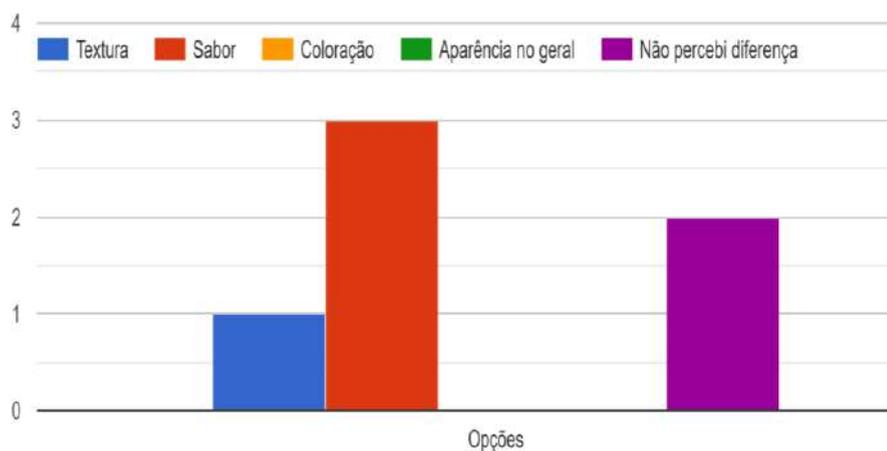
Gráfico 18 – Interesse de consumir frutas irradiadas pelos participantes que já consumiram alimentos irradiados



Fonte: Do autor (2022)

Dos participantes, 6 afirmaram que já consumiram frutas irradiadas, 2 constataram que não perceberam diferença nos aspectos sensoriais (cor, sabor, odor e textura) da fruta que passou pelo processo de irradiação em relação a mesma fruta in natura. Entre as diferenças citadas pelos participantes que consumiram frutas irradiadas com 3 das seleções sentiram diferença no sabor e 1 participante constou diferença na textura.

Gráfico 19 - Diferença nos aspectos sensoriais das frutas irradiadas



Fonte: Do autor (2022)

7. CONCLUSÃO

Neste estudo observou-se que a irradiação é uma tecnologia comprovadamente eficaz para inativação de microrganismos tendo uma relação direta com a dosagem aplicada. A irradiação é eficiente para acarretar diminuição de fungos, bolores e leveduras.

Em relação às alterações ocasionadas pela técnica a irradiação, ela diminui a firmeza em algumas frutas como maçãs, peras, abacaxis, ocasiona uma diminuição dos teores de vitamina C, não altera os valores de pH, não gera deterioração dos flavonoides como outras tecnologias que necessitam de elevadas temperaturas. No que se refere a coloração e aspectos sensoriais as alterações são dependentes da dosagem.

O formulário mostrou que a escolaridade não afeta o nível de conhecimento a respeito da irradiação de alimentos e que menos da metade dos participantes conhecem a técnica e o símbolo Radura demonstrando a falta de conhecimento dos voluntários sobre irradiação. É perceptível a necessidade de capacitar a sociedade em um geral para que não cometam o erro de associar alimentos irradiados a alimentos radioativos que sejam capazes de emitir radiação e ocasionar danos à saúde.

É importante ressaltar que a maior parte dos participantes acreditam que a irradiação é uma opção viável para diminuir o desperdício e após a explicação do que era o processo de irradiação demonstraram disposição para experimentar alimentos irradiados. Reforçando a importância da divulgação do conhecimento a respeito desta técnica.

8. REFERÊNCIAS

ABIROCHAS, Radioatividade. suas unidades de medida: conceitos básicos. **São Paulo**, 2008.

AINDA é baixo o consumo de verduras e frutas pelo brasileiro. **ASBRAN**, 2015. Disponível em: < <https://www.asbran.org.br/noticias/ainda-e-baixo-o-consumo-de-verduras-e-frutas-pelo-brasileiro#:~:text=Apenas%2024,1%%20dos%20brasileiros,,3%%20atendem%20às%20recomendações>>. Acesso em: 28 jun. 2022.

ANDREWS, L. et al. Food Preservation Using Ionizing Radiation. **Reviews of Environmental Contamination and Toxicology**, n. 154, p. 1-53, 1998.

ANESE, Rogério de Oliveira; FRONZA, Diniz. Fisiologia Pós-Colheita em Fruticultura. Santa Maria - RS: Rede e-Tec Brasil, 2015. 130 p. ISBN 978-85-63573-89-6.

ARANHA, Jessica Bomtorin et al. Efeito da radiação gama nos parâmetros microbiológicos, físico-químicos e compostos fenólicos de farinha de resíduos de frutas durante armazenamento. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, 2017. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/1981-6723.12316>>. Acesso em: 4 out. 2022.

ARTHUR, V. et al. Controle da infestação natural de *ceratitis capitata* (Wied., 1824) (Diptera, Tephritidae) em pêssegos (*Prunus persica*) através das radiações gama. **Scientia Agricola**, v. 50, n. 3, p. 329-332, dez. 1993. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/s0103-90161993000300001>>. Acesso em: 11 out. 2022.

BARAKAUI, Salma et al. E-beam irradiation of strawberries: Investigation of microbiological, physicochemical, sensory acceptance properties and bioactive content. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 73, p. 102769, 2021.

BRASIL bate recorde histórico com mais de US\$ 1,21 bilhão em exportação de frutas em 2021. **GOV.BR**, 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/brasil-bate-recorde-historico-com-mais-de-us-1-21-bilhao-em-exportacao-de-frutas-em-2021>>. Acesso em: 20 mar. 2022.

BRASIL é o terceiro maior produtor de frutas do mundo, diz Abrafrutas. **Abrafrutas**, 2019. Disponível em: <<https://abrafrutas.org/2019/03/brasil-e-o-terceiro-maior-produtor-de-frutas-do-mundo-diz-abrafrutas/>>. Acesso em: 20 mar. 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. **Resolução nº 21**, de 26 janeiro de 2001. Disponível em: <<https://www.saude.rj.gov.br/comum/code/MostrarArquivo.php?C=MjIzNw%2C%2C>>. Acesso em: 14 jun. 2022.

BRASIL. **Decreto n. 72.718, de 29 de agosto de 1973**. Normas gerais sobre irradiação de alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 30 de agosto de 1973.

BRASIL. **Decreto-Lei nº 986, de 21 de outubro de 1969.** Decreto-Lei nº 986, de 21 de Outubro de 1969. Disponível em: <<https://www.lexml.gov.br/urn/urn:lex:br:federal:decreto.lei:1969-10-21:986>>. Acesso em: 14 jun. 2022.

BRASIL. Medida Provisória nº 926, de 20 de março de 2020. **Altera a Lei nº 13.979, de 6 de fevereiro de 2020, para dispor sobre procedimentos para aquisição de bens, serviços e insumos destinados ao enfrentamento da emergência de saúde pública de importância internacional decorrente do coronavírus.** Órgão: Atos do Poder Executivo.

BRASIL. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento (BR). Instrução Normativa Nº 9, de 24 de fevereiro de 2011. [Adotar as diretrizes da Norma Internacional para Medidas Fitossanitárias – NIMF nº 18 como orientação técnica para o uso da irradiação como medida fitossanitária com o objetivo de prevenira introdução ou disseminação de pragas quarentenárias regulamentadas no território brasileiro]. **Diário Oficial da União.** Brasília, 25 fev 2011.

CALORE, Luciana. **Conservação de pêssegos 'Biuti irradiados e armazenados com e sem refrigeração.** 2000. 90 p. PublishedVersion — Universidade Estadual Paulista (UNESP), [s. l.], 2000. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/93562>. Acesso em: 26 jul. 2022.

CANCINO-VÁZQUEZ, Rocio et al. Gamma irradiation of mango 'Ataulfo' at low dose: effect on texture, taste, and odor fruit. **Food Science and Technology Research**, v. 26, n. 1, p. 59-64, 2020.cao.html>. Acesso em 20 maio 2022.

CARDOSO, S. C.; BARROSO, M. F.; Rápida introdução à Física das Radiações. Disponível em: < <http://omnis.if.ufrj.br/~marta/cederj/radiacoes/fr-unidade3.pdf> >. Acesso em: 10 jan 2021.

CASTELUCCI, Ana Carolina Leme. **Avaliação da estabilidade dos compostos bioativos de polpas de frutas nativas submetidas ao processo de irradiação.** 2015. Tese (Doutorado em Energia Nuclear na Agricultura e no Ambiente) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015. doi:10.11606/T.64.2015.de-06102015-144037. Acesso em: 2022-11-15.

CELESTINO, S.M.C. Princípios de secagem de alimentos. Planaltina: Embrapa cerrados, 2010.

CENA/USP - Centro de Energia Nuclear na Agricultura USP, “Irradiação de alimentos”, Disponível na INTERNET via <http://www.cena.usp.br/irradiacao/irradiacao%20alimentos.htm>. Arquivo consultado em 2004.

CENTOFANTI, Marcella. Como a pandemia e o isolamento influenciam os hábitos alimentares do brasileiro. **CNN Brasil**, 2021. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/saude/como-a-pandemia-e-o-isolamento-influenciam-os-habitos-alimentares-do-brasileiro/>> . Acesso em: 28 jun. 2022.

CESTARI JUNIOR, Antonio. **Avaliação do potencial de aplicação do processo de irradiação para a redução de Salmonella spp. em diferentes variedades de mangas**

(*Mangifera indica* L.) minimamente processadas e avaliação da vida-de-prateleira. 2005. Dissertação (Mestrado em Bromatologia) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, University of São Paulo, São Paulo, 2005. doi:10.11606/D.9.2017.tde-22122017-082602. Acesso em: 2022-08-16.

COUTO, Renata Ribeiro; SANTIAGO, Arnaldo José. Radioatividade e irradiação de alimentos. **Revista Ciências Exatas e Naturais**. Guarapuava, v. 12, n. 2, p. 193-215, 2010.

COVID-19: pesquisa aponta mudanças de hábitos alimentares entre adolescentes. **UNASUS**, 2020. Disponível em: <https://www.unasus.gov.br/noticia/covid-19-pesquisa-aponta-mudancas-de-habitos-alimentares-entre-adolescentes>. Acesso em: 28 jun. 2022.

DA SILVA SOARES, Camila Mariane et al. Perfil E Conhecimento Dos Consumidores De Palmas-To Frente A Alimentos Irradiados. **DESAFIOS-Revista Interdisciplinar Da Universidade Federal Do Tocantins**, v. 5, n. 2, p. 3-7, 2018.

DEL MASTRO, Nelida Lucia. A radiação ionizante na promoção da alimentação adequada e saudável. **Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia**, v. 3, n. 2, p. 114-121, 2015.

DIEHL, J. F. Food irradiation: is it an alternative to chemical preservatives?. **Food Additives & Contaminants**, v. 9, n. 5, p. 409-416, 1992.

EFEITOS da radiação gama na qualidade de morangos cv. albion. 2018. 99 p. Dissertação de mestrado — UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, Belo Horizonte, 2018.

ERKMEN, Osman; BOZOGLU, T. Faruk. **Food microbiology, 2 volume set: Principles into practice**. John Wiley & Sons, 2016.

ESTUDO da Cadeia de Suprimento do Programa Nuclear Brasileiro. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010. 134 p.

FABBRI, Adriana. **Avaliação microbiológica físico-química e sensorial de salada de frutas irradiada pronta para o consumo de imunocomprometidos**. 2014. Dissertação de doutorado — INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES, São Paulo, 2014.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. 4. Porto Alegre ArtMed 2018 1 recurso online ISBN 9788582715260.

FERNANDES, Fabiano. Uso da Irradiação na indústria de Alimentos. 8 abr. 2022. 1 vídeo (84 min 1 s). **Publicado pelo canal NEnQ UFLA**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=0lzDSC2iePg>. Acesso em: 14 jun. 2022.

FOLLETT, P. A. et al. Phytosanitary irradiation for fresh horticultural commodities: generic treatments, current issues, and next steps. **Stewart Postharvest Review**, v. 3, n. 1, p. 2014, 2014.

Franco, B. D. G. M.; Landgraf M. Microbiologia dos Alimentos. Atheneu; 2008. 182 p.

FRANÇOSO, Iara Luiza Tassim et al. Alterações físico-químicas em morangos (*Fragaria anassa* Duch.) irradiados e armazenados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 2007.

FREIRE JUNIOR, Murillo; VITAL, Hélio de Carvalho. **Irradiação - Portal Embrapa**. 9 dez. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/tecnologia-de-alimentos/processos/tipos-de-processos/irradiacao>. Acesso em: 21 nov. 2022.

FRUTAS despertam interesse no mercado da irradiação de alimentos. **Revista Cultivar**, 2021. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/noticias/frutas-despertam-interesse-no-mercado-da-irradiacao-de-alimentos>. Acesso em: 14 jun. 2022.

FRUTAS e produtos cárneos despertam interesse no mercado da irradiação de alimentos. **GOV.BR**, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/frutas-e-produtos-carneos-despertam-interesse-no-mercado-da-irradiacao-de-alimentos>. Acesso em: 14 jun. 2022..

FRUTAS IRRADIADAS. **Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN-CNEN/SP**, 2000.

GIANNONI, Juliana Audi [UNESP]. **Irradiação gama e armazenamento do mamão 'formosa' minimamente processado**. 2004. PublishedVersion — Universidade Estadual Paulista (UNESP), [s. l.], 2004. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/103289>. Acesso em: 10 out. 2022.

GOMES, Iago de Oliveira et al. Avaliação dos Efeitos da Irradiação Gama e Aplicação de Fungicida no Tratamento e Conservação de Frutas. **Revista de Engenharias da Faculdade Salesiana**, n. 10, p. 12-19, 2019.

GONÇALVES, M. P. J. C.; BOTREL, D. A.; SOARES, N. F. F.; STRINGHETA, P. C. Irradiação gama como alternativa de conservação de polpa de acerola. **Alimentação e Nutrição**, Araraquara. v. 17, n. 2, p.159-163, 2006.

GUNES, G.; HOTCHKISS, J. H.; WATKINS, C. B. Effects of gamma irradiation on the texture of minimally processed apple slices. **Journal of food science**, v. 66, n. 1, p. 63-67, 2001.

HIRASHIMA, Fabiana Kawassaki. **Efeito da radiação gama nas propriedades nutricionais e bioativas de alimentos minimamente processados destinados a dietas especiais**. 2016. Tese (Doutorado em Tecnologia Nuclear - Aplicações) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, University of São Paulo, São Paulo, 2016. doi:10.11606/T.85.2018.tde-25042018-151920. Acesso em: 2022-11-30.

HUACHACA, Nélide Simona Marin et al. **Avaliação dos fragmentos de dna e germinação em frutas irradiadas**. CD- Room - ENAN 2000.

HUSSAIN, Peerzada R. et al. Effect of post-processing radiation treatment on physico-chemical, microbiological and sensory quality of dried apple chips during storage. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 182, p. 109367, 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA. **Ambiente, trabalho e câncer: aspectos epidemiológicos, toxicológicos e regulatórios** / Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. – Rio de Janeiro: INCA, 2021.

ITO, Vivian Cristina. **Efeitos da radiação gama durante o armazenamento da farinha de bagaço de maçã**. 2015. PublishedVersion — UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA, [s. l.], 2015. Disponível em: <<http://tede2.uepg.br/jspui/handle/prefix/639>>. Acesso em: 25 nov. 2022.

JUNG, Koo et al. Comparative study on the sensory properties of Fuji apples and Niitaka pears irradiated by gamma rays, electron beams, or X-rays. **Food Science and Technology Research**, v. 22, n. 1, p. 23-29, 2016.

KHESHTI, Nasim et al. Physiological response of ‘Fuji’ apples to irradiation and the effect on quality. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 165, p. 108389, 2019.

L. DEL MASTRO, Nélide *et al.* **AVALIAÇÃO DA ACEITAÇÃO DE MORANGOS E CITROS IRRADIADOS**. Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN-CNEN/SP, 1999.

LANDGRAF, Mariza. **Fundamentos e perspectivas da irradiação de alimentos visando ao aumento de sua segurança e qualidade microbiológica**. 2002. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

LEVY, Denise S.; SORDI, Gian Maria Agostino Angelo; VILLAVICENCIO, Anna Lucia Casanas Haasis. Construindo pontes entre ciência e sociedade: divulgação científica sobre irradiação de alimentos. **Brazilian Journal of Radiation Sciences**, v. 6, n. 1, 2018.

LEVY, Denise; SORDI, Gian M. A. A.; VILLAVICENCIO, Anna Lucia C. H. Irradiação de alimentos no Brasil: revisão histórica, situação atual e desafios futuros. **Brazilian Journal of Radiation Sciences**, Atibaia- SP, v. 8, n. 3, p. 1-16, 27 set. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.15392/bjrs.v8i3.1241>. Acesso em: 21 jun. 2022.

MACHADO, Tariana Brocardo. **Aceitação da energia nuclear por parte da opinião pública no Brasil**. 2021. Tese (Doutorado em Interfaces Sociais da Comunicação) - Escola de Comunicações e Artes, University of São Paulo, São Paulo, 2021. doi:10.11606/T.27.2021.tde-30082021-113842. Acesso em: 2023-01-08.

Mapa discute o uso de irradiação em alimentos no Brasil como opção para evitar desperdícios. **GOV.BR**, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/mapa-discute-o-uso-de-irradiacao-em-alimentos-no-brasil-como-opcao-para-evitar-desperdicios>>. Acesso em: 20 mar. 2022.

MARTINS, D. B. **Uso da irradiação na indústria de alimentos**. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais– Campus Rio Pomba, Rio Pomba, 2016

MARTINS, Lucy Aparecida Parreira; FERREIRA Rubemar de Souza. **Radiação ionizante**. Goiás, Centro Regional de Ciências Nucleares do Centro Oeste - CRCN-CO, 2017.

MODANEZ, Leila. **Aceitação de alimentos irradiados: uma questão de educação**. 2012. PublishedVersion — Universidade de São Paulo, [s. l.], 2012. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-23102012-150844/>. Acesso em: 7 jan. 2023.

MOREIRA, C. G.; VIEITES, Rogério Lopes; EVANGELISTA, Regina Marta. Avaliação microbiológica de melão Cantaloupe minimamente processado submetido a doses de radiação gama. **Cultivando o Saber**, v. 2, n. 2, p. 86-95, 2009.

MOSTAFAVI, H.A.; MIRMAJLESSI, S.M.; FATHOLLAHI, H. **The Potential of Food Irradiation: Benefits and Limitations**. In: EISSA, A.A. (ed) Trends in Vital Food and Control Engineering, 1 ed. Chapter 2, Rijeka, Croatia, Intech, 2012.

MSHELIA, Rebecca Dan-zaria; DIBAL, Nathan Isaac; CHIROMA, Samaila Musa. Food irradiation: an effective but under-utilized technique for food preservations. **Journal of Food Science and Technology**, 13 ago. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13197-022-05564-4>. Acesso em: 16 nov. 2022.

NOUAILHETAS, YANNICK et al. Radiações Ionizantes e a vida. **Rio de Janeiro: CNEN**, 2005

NUNES, Patrícia; CARLA, Elen; KELLY, Gleicy; LOPES, Marília, FRASSINETTI, Paula. **Os mitos e as verdades da irradiação de alimentos**. **Revista Ciências biológicas e da saúde**. vol. 1 n.3. pág. 103-110. Recife/PE. 2014. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/index.php/facipesaude/article/viewFile/1721/923> Acesso em: 25 jun. 2022.

OLIVEIRA, A C G et al. **Conservação pós-colheita de goiaba branca Kumagai por irradiação gama: aspectos físicos, químicos e sensoriais**. **B. CEPPA**, Curitiba, v. 24, n. 2, p. 375-396, 2006.

OLIVEIRA, Ana Claudia Sampaio. **Avaliação dos efeitos da radiação gama nas características físico-químicas de Kiwi (Actinídia deliciosa) cv. Hayward minimamente processado**. 2011. PublishedVersion — Universidade de São Paulo, [s. l.], 2011. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-19122011-144207/>. Acesso em: 2 ago. 2022.

Organização Mundial da Saúde (OMS). Cinco chaves para uma alimentação mais segura: manual. OMS; 2006. Disponível em: https://www.who.int/foodsafety/consumer/5KeysManual_pt.pdf

P.B, Arthur et al. Radiação gama na conservação de pessego *Plunus persica* (cv. Chimarrita) minimamente processado. **International Joint Conference Radio**, p. 4, 2019.

PAIVA, Emmanuela P.; LIMA, Marianne S.; PAIXÃO, Jose A. Pectina: propriedades químicas e importância sobre a estrutura da parede celular de frutos durante o processo de maturação. **Revista Iberoamericana de Polímero**, v. 10, n. 4, p. 196-211, 2009..

PANOU, Andreas A.; KARABAGIAS, Ioannis K.; RIGANAKOS, Kyriakos A. Effect of gamma-irradiation on sensory characteristics, physicochemical parameters, and shelf life of strawberries stored under refrigeration. **International Journal of Fruit Science**, v. 20, n. 2, p. 191-206, 2020.

PEROZZI, Mariana. Irradiação: tecnologia boa para aumentar exportações de frutas. **Inovação Uniemp**, v. 3, n. 5, p. 42-44, 2007.

PINO, Eddy Segura; GIOVEDI, Claudia. Radiação ionizante e suas aplicações na indústria. **UNILUS Ensino e Pesquisa**, v. 2, n. 2, p. 47-52, 2013.

PROGRAMA NUCLEAR BRASILEIRO. **Relatório, 2010**, Brasília, 2010. 123 p.

RAMAKRISHNAN, Sudha Rani et al. Implications of low-dose e-beam irradiation as a phytosanitary treatment on physicochemical and sensory qualities of grapefruit and lemons during postharvest cold storage. **Scientia Horticulturae**, v. 245, p. 1-6, 2019.

RIBEIRO, Amanda Amantes Neiva. Radioatividade 2016. Apresentação do Power Point. Disponível em: <https://www.ufrb.edu.br/pibid/documentos/category/72-apresentacoes?download=292:radioatividade-amanda&start=20>. Acesso em 15 nov. 2022.

RIBEIRO, Sádwa Fernandes. Percepção do consumidor em relação às tecnologias empregadas na conservação de frutas e hortaliças e a neofobia de tecnologia de alimentos. 2021.

ROCHA, Andressa Feitosa et al. Aceitação e consumo de alimentos irradiados em Goiânia-GO. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 4, n. 2, p. 1618-1632, 2021.

RODRIGUES JR., A. A. O que é irradiação? E contaminação radioativa? **Física na Escola**. v. 8, n. 2, 2007.

RUBICO, Sonia Mendoza. **Perceptual characteristics of selected acidulants by different sensory and multivariate methods**. Oregon State University, 1993.

SANTOS, André Leonardo et al. Effect of gamma irradiation on the physicochemical, functional and bioactive properties of red pitaya (*Hylocereus costaricensis*) bark flour. **Radiation Physics and Chemistry**, v. 199, p. 110371, 2022.

SILVA, ADRIANE MARIA. **Eficiência de tecnologias limpas no controle da podridão azeda em laranja ‘lima’**. 2022. 140 p. Dissertação de mestrado — Universidade Federal de Campinas, Campinas, 2022.

SILVA, Michele Paula da et al. Avaliação dos efeitos da radiação gama na conservação da qualidade da polpa de amora-preta (*Rubus spp. L.*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 3, p. 620-627, set. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0100-2945-218/13>. Acesso em: 9 ago. 2022.

SILVA, Simone Faria; DIONÍSIO, Ana Paula; WALDER, Júlio Marcos Melges. Efeitos da radiação gama em banana “Nanica” (*Musa sp.*, grupo AAA) irradiada na fase pré-climatérica. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 18, n. 3, p. 331-337, 2008.

SMITH, Bianca et al. Preserving quality of fresh cut watermelon cubes for vending distribution by low-dose electron beam processing. **Food Control**, v. 72, p. 367-371, 2017.

SOARES, Ivanesa Gusmão Martins. **Influência da radiação ionizante em frutos de tomate (*lycopersicon esculentum mill*) variedade ty**. 2018. 125 p. Dissertação de doutorado — UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO, Recife, 2018.

ŠTAJNER, Dubravka; MILOŠEVIĆ, Mirjana; POPOVIĆ, Boris M. Irradiation effects on phenolic content, lipid and protein oxidation and scavenger ability of soybean seeds. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 8, n. 7, p. 618-627, 2007.

TORRES, Paula Maximo; SABATO, Susy Frey. Análises físico-químicas de tomates orgânicos (*lycopersicum esculentum mill*) irradiados. **Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN.**, p. 2, 2010.

TSAI, David. Aplicação da radiação por feixe de elétrons como agente esterilizante de microrganismos em substrato turfoso. **Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. São Paulo**, 2006.

USFDA (UNITED STATES FOOD AND DRUG ADMINISTRATION). Food Irradiation: What You Need to Know. **Food Facts**, 2016.

VERRUMA-BERNARDI, Marta Regina; SPOTO, Marta Helena F. Efeito da radiação gama sobre o perfil sensorial de suco de laranja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 1, abr. 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0101-20612003000100007>. Acesso em: 2 ago. 2022.

VICENTE, Juarez; SALDANHA, Tatiana. Emprego da técnica de radiação ionizante em alimentos industrializados. **Acta Tecnológica**. Maranhão, v. 7, n. 2, p. 49-54, 2012.

VICENZI, Raul. **Processamento mínimo de morangos (*Fragaria x ananassa, Duch*) tratados com radiação UV - durante o cultivo**. 2014. 106 p. Dissertação de doutorado — Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

VIEIRA, Elvis. **Apontamentos e práticas de fisiologia pós-colheita de frutos e hortaliças**. Cruz das Almas - Bahia: Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas – CCAAB., 2019. 130 p.

ZARBAKSH, Saeedeh; RASTEGAR, Somayeh. Influence of postharvest gamma irradiation on the antioxidant system, microbial and shelf life quality of three cultivars of date fruits (*Phoenix dactylifera L.*). **Scientia Horticulturae**, v. 247, p. 275-286, 2019.

ZHANG, Hongfei; SECK, Hon Luen; ZHOU, Weibiao. Inactivation of *Salmonella Typhimurium*, *Escherichia coli* O157: H7, *Staphylococcus aureus*, and *Listeria monocytogenes* in cardamom using 150 KeV low-energy X-ray. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 67, p. 102556, 2021.

ANEXOS



Seção 1 de 15

Irradiação como técnica de conservação

Olá, seja bem-vindo.

Primeiramente, gostaríamos de agradecer a você, entrevistado. Sua contribuição é de extrema importância!

O resultado obtido a partir das respostas desse formulário será apresentado à Universidade Federal de Lavras (UFLA) como parte da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso (TCA1104). Este projeto é de responsabilidade da discente: Beatriz Benedito Grassi, graduanda em Engenharia de Alimentos, sob a orientação do docente Leonardo do Prado Silva.

É importante salientar que o objetivo é avaliar o nível de conhecimento sobre a técnica de irradiação como forma de conservação de alimentos por parte da população maior de 18 anos e a sua aceitabilidade.

Gostaríamos de pedir a sua participação neste estudo com o preenchimento deste questionário. Vale ressaltar que em nenhum momento você será identificado(a) e você terá a liberdade de deixar de participar deste estudo a qualquer momento sem qualquer penalidade ou prejuízo.

O Termo de consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) está disponível no link:

<https://docs.google.com/document/d/1LIBs9g0rWyzRjB0uMSsJmdY1-gnVVSHNgvoui88kVc/edit?usp=sharing>

Pedimos que por gentileza, que você acesse o TCLE no link acima, e se tiver qualquer dúvida envie um e-mail para: beatriz_grassi@estudante.ufla.br

Depois que ler o TCLE pedimos que nos diga se concorda ou não em participar desta pesquisa.

Agradecemos sua participação!

Se surgir dúvida, mande um e-mail para:

beatriz_grassi@estudante.ufla.br

Após receber as informações necessárias para participar dessa pesquisa e ler o **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)**, você: *

- Aceita participar da pesquisa
- Não aceita em particular da pesquisa

Declaro que sou maior de 18 anos *

- Sim
- Não

Qual é o seu nível de escolaridade? *

- Fundamental completo
- Fundamental incompleto
- Médio incompleto
- Médio completo
- Superior incompleto
- Superior completo
- Pós-graduação incompleto
- Pós-graduação completo
- Outro: _____

Você tem conhecimento da técnica de conservação: Irradiação? *

- Sim
- Não
- Já ouvi falar mas não sei o que é

Qual é o seu nível de escolaridade? *

- Fundamental completo
- Fundamental incompleto
- Médio incompleto
- Médio completo
- Superior incompleto
- Superior completo
- Pós-graduação incompleto
- Pós-graduação completo
- Outro: _____

Você tem conhecimento da técnica de conservação: Irradiação? *

- Sim
 - Não
 - Já ouvi falar mas não sei o que é
-

Você sabe o que significa esse símbolo? *



- Sim
- Não

Você já viu esse símbolo em alguma rótulo de alimentos? *



- Sim
- Não
- Talvez

A irradiação é uma técnica de conservação aplicada em alimentos, para a inativação de bactérias deteriorantes e patogênicas como um dos principais intuito de prolongar a vida de prateleira dos alimentos. Nesta técnica é utilizado radiação ionizante (raios γ , elétrons e raios X, α , β). É importante salientar que a inativação microbiana é provocada pela radiólise que são um conjunto de reações sendo um resultado de formação de radicais livres (FELLOWS, 2006). Alimentos que possuem o símbolo abaixo juntamente com declaração "Tratado com radiação" ou "Tratado por irradiação" no rótulo são alimentos que foram submetidos a irradiação". Alimentos que apresentam esta informação: "ALIMENTO TRATADO POR PROCESSO DE IRRADIAÇÃO" no rótulo, são alimentos que foram irradiados. (BRASIL, 2001). Diante das informações acima você já consumiu algum alimento irradiado?



Figura 1: Radura - símbolo internacional de irradiação

- Sim
- Não
- Talvez

Após a leitura da questão anterior qual a sua opinião a respeito dos alimentos irradiados? Pode marcar mais de uma alternativa *

Eu não tenho uma opinião formada	Eu acredito que os alimentos irradiados sejam uma opção viável para evitar o desperdício, por ser uma técnica de conservação	Eu acredito que os alimentos irradiados possam causar danos a saúde do consumidor	Eu acredito que os alimentos irradiados não causam nenhum dano a saúde do consumidor	Eu acredito que os alimentos irradiados possuem diferenças nos aspectos sensoriais (cor, sabor e textura) dos alimentos que não passaram por esse processo
----------------------------------	--	---	--	--

Opções

Você já consumiu alguma fruta que passou pelo processo de irradiação? *

- Sim
- Não
- Talvez

Você teria interesse de experimentar frutas que passaram por irradiação? *

- Sim
- Não

Por qual o motivo você não experimentaria frutas que passaram por irradiação? *
Pode marcar mais de uma alternativa

	Por conta do preço	Porque eu prefiro frutas in-natura	Por receio de consumir frutas irradiadas	Outro motivo
Opções	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Você percebeu alguma diferença nos aspectos sensoriais (cor, sabor, odor e textura) da fruta que passou pelo processo de irradiação em relação a mesma fruta in-natura? *

- Sim
- Não

Qual diferença que você percebeu entre o a fruta in-natura e a fruta irradiada? *

	Textura	Sabor	Coloração	Aparência no geral	Não percebi diferença
Opções	<input type="radio"/>				