

ASPECTOS GERAIS DO USO DE RADIAÇÃO EM ALIMENTOS

Sergio Paulo Murge¹, Glauber Lopes Araújo²

RESUMO

Embora a irradiação de alimentos ainda seja um tema tabu, ou seja, de pouco conhecimento para a maioria dos brasileiros, este processo, além de seguro, não oferece risco nenhum ao consumidor, tampouco ao meio ambiente, simplesmente pelo fato de não produzir nenhum tipo de resíduo, tornando esta técnica a mais viável e menos dispendiosa atualmente. Uma outra importante vantagem industrial é o fato deste tratamento usando radiação poder substituir aditivos alimentares ou diminuir sua quantidade empregada ou, em alguns casos, substituir os conservantes que acrescentam ao produto original em seu tempo de validade, mais uma deterioração química. A finalidade deste estudo de irradiação de alimentos é mostrar o que há de mais inovador no mercado alimentício no que diz respeito à conservação de alimentos, sejam eles, embalados, ou *in natura*, sendo essa tecnologia, além de mais avançada a mais eficiente tecnologia empregada atualmente no Brasil e principalmente nos países mais desenvolvidos do mundo. Existe ainda, de um modo geral, um temor do consumidor por sua integridade física onde o mesmo associa a radiação à contaminação radioativa, o que são efeitos completamente distintos. Até que essa tecnologia avançada possa ser ampliada em escala comercial, muito terá de ser feito a nível de marketing e campanhas de informação, mostrando todas as vantagens e desvantagens desta técnica e sua aplicação nos alimentos, para o consumidor e também para as indústrias, usando a mídia como veículo diretamente relacionada a este processo. Para que esses produtos sejam competitivos com os produtos existentes no mercado atual, além do preço mais acessível, deverão oferecer algum atrativo que justifique sua escolha pelo consumidor.

Palavras-chave: Irradiação, Alimentos, Conservação

ABSTRACT

Though food irradiation knowledge have been a taboo theme for the most of Brazilian people, this process, beyond safe, do not offer any risk to consumers, either environment, simply because it do not produce any king of waste. Nowadays, it may do this technic interesting and cheaper. Another important industrial advantages is the fact of this treatment that use radiation can substitute food additives either it can decrease your amount used or in some cases it can substitute the food preservatives that can add at original product in your shelf life, one more chemical deterioration. The aim of this study is show the most innovator that exist in food processing and currently nowadays to food market on the conservation of food, whether packaged or *in natura* being this technology as well as more efficient technology currently advanced used in Brazil, and especially on the most developed countries of the world. There is still in general, some fear from your physical integrity, who associates radiation to radiation contamination, that are effects completely different. Until this advanced technology will be amplify as commercial scale, a lot of things have to be done at the marketing level and information campaigns for showing every advantages and disadvantages from this technics and food applications for the consumers and industry It will use the medias a kind directly related to this process. For this products will have being competitive against the products at actual Market, beyond the cheapest prices, they would offer some attractive to justify your choices for the consumer.

Keywords; Irradiation, Food, Conservation

¹Sergio Paulo Murge, Acadêmico do curso Tecnólogo em Radiologia

²Glauber Lopes Araújo, Fisioterapeuta, Especialista em Hidrocinesioterapia e em Suporte Avançado de Vida.

INTRODUÇÃO

As décadas de 80 e 90 foram marcadas por uma explosão de regulamentações do processo de irradiação de alimentos no mundo, começando pela Europa e Estados Unidos. Apesar de o Brasil estar engatinhando no processo de irradiação de alimentos vários esforços têm sido feitos para a utilização da irradiação de alimentos para consumo humano, principalmente depois da sua recomendação pela FAO (*Food and Agriculture Organization*) e IAEA (*International Atomic Energy Agency*), bem como órgãos da OMS/ONU (Organização Mundial da Saúde/Organização das Nações Unidas) em 1980 (EMBRARAD, 2008).

Atualmente, esta já é uma prática bem mais comum do que no seu início, com várias unidades irradiadoras espalhadas pelo mundo, não só nos Estados Unidos e Europa, mas também no Brasil. Atualmente, a irradiação de alimentos é defendida por várias entidades, tais como a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), a FAO e União Europeia (DIVERSI, 2002).

A irradiação de alimentos tem-se mostrado uma técnica eficiente no processo de conservação de frutas e legumes, inibindo a multiplicação celular dos agentes deteriorantes do alimento, como fungos e bactérias. Esta eficiência depende da dose de aplicação, podendo duplicar ou triplicar o tempo de vida útil e durabilidade de produtos alimentícios, permitindo com isso seu transporte por grandes distâncias, sem que os mesmos amadureçam rápido demais ou comecem a se deteriorar (OLIVEIRA; SOARES; ALVES, 2012).

Baseado nas informações e resultados encontrados na literatura específica, este estudo objetiva apresentar as vantagens e desvantagens da irradiação de alimentos, bem como seu uso no momento atual e sua perspectiva de emprego em escalas industriais em um futuro próximo no Brasil e no mundo.

A IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS - Conceitos Gerais

De acordo com Oliveira; Soares; Alves (2012) a radiação de alimentos pelo processo de ionização é uma tecnologia que tem sido utilizada em um número cada vez maior de países, em substituição ao uso de produtos químicos tais como: agrotóxicos e conservantes. Este método objetiva aumentar a vida útil dos alimentos sem causar danos ou alterações químicas nos mesmos.

A Agência nacional de Energia Atômica (IAEA) descreve que a irradiação interrompe a divisão das células vivas nos alimentos, como as bactérias e também as células de organismos superiores, pois ela altera suas estruturas moleculares, bem como inibe a maturação de algumas frutas e alguns vegetais ao induzir algumas alterações bioquímicas nos processos fisiológicos dos tecidos (IAEA, 1991). Na irradiação de alimentos, é comprovado que os raios gama são os que possuem ação quanto a conservação do produto, com a segurança de não haver qualquer risco de contaminação radioativa e, conseqüentemente uma intoxicação humana. No processo de irradiação, cuidados especiais devem ser tomados quanto às doses aplicadas aos produtos, deve-se considerar neste quesito a energia que será absorvida pelo alimento, além do tipo específico do alimento a ser tratado, verificando sempre as tabelas e estudos já avaliados sobre variedades diferentes de alimentos, sejam embalados ou a granel. A unidade *kilogray* (kGy) corresponde à absorção de 1 *kilojoule/kg* de alimento irradiado. Na prática industrial aplica-se doses que variam entre 0,1 a 7,0 kGy, dependendo do tipo de produto a ser processado (NEVES, MANZIONE e VIEITES, 2002).

De acordo com o Grupo Consultivo Internacional Sobre Irradiação de Alimentos (GCIIA) o processo de irradiação pode acarretar alterações químicas ínfimas nos alimentos, porém elas são reconhecidas como não nocivas ou perigosas para o ser humano, por esse motivo a OMS recomenda seu uso e sua aplicação. A variação do valor nutritivo nos alimentos causada pela irradiação vai depender de alguns fatores tais como, a dose a qual o alimento é exposto, o tipo de alimento, o tipo de embalagem e as condições do tratamento e o tempo de armazenamento (GCIIA, 1999).

O tratamento por irradiação não altera fisicamente a aparência, a forma, a cor ou a temperatura dos produtos se, devidamente controlado, mas pode provocar

alterações químicas insignificantes nos alimentos (VERRUMA-BERNARDI; SPOTO, 2003).

Segundo a United Fresh Fruit – Vegetable Association (1986) para se utilizar radiações ionizantes na desinfecção de alimentos e no aumento da conservação pós-colheita de frutas e hortaliças, alguns critérios devem ser respeitados, tais como: o alimento precisa ter tolerância mais elevada do que os insetos ou os microorganismos que o atacam; o tratamento deve ser bem mais econômico que os efetivos atualmente utilizados ; o tratamento deve estar de acordo com os aspectos legais estabelecidos pelas autoridades sanitárias locais e, acima de tudo, obedecer rigorosamente à legislação vigente do país importador (NEVES; MANZIONE; VIEITTES, 2002).

A irradiação não deve ser vista como um milagre técnico capaz de resolver a maioria dos problemas de preservação de alimentos. Ela não regenera um alimento deteriorado ou transforma esse alimento deteriorado em alimento de alta qualidade. Além disso, esse tratamento não é adequado para todos os tipos de alimentos, assim como outras técnicas de preservação podem não ser adequadas para alguns tipos de alimentos, por isso os cientistas estão testando primeiramente os alimentos que amadurecem rápido demais e dificultando com isso seu transporte para regiões distantes como no caso das bananas que muitas vezes atravessam vários Estados sendo transportadas através de caminhões de carga. A questão econômica representa um fator importante na escolha da radiação como um processo de conservação de alimentos, uma vez que organizações internacionais afirmam a existência de 25% de desperdício de alimentos, seja por crescimento de microorganismos ou ataque de insetos e roedores, além de seu potencial para conservação, a irradiação possui emprego em dietas específicas para estados nutricionais e de saúde em pacientes debilitados. (OLIVEIRA; SOARES; ALVES, 2012).

De acordo com Rocha; Souza (2007) o uso de alimentos irradiados no tratamento de pacientes com deficiência imunológica pode revolucionar o campo da medicina no que diz respeito à conservação da saúde, diminuição dos riscos de contaminação, melhora na eficiência dos tratamentos e redução do tempo e custos de internação, assim, podem ser usados nos casos de pacientes que, pela consequência da própria doença ou pela ação de elementos químicos, tem o

sistema imunológico prejudicados, esses autores citam como exemplo os casos de pacientes oncológicos portadores do HIV (vírus da imunodeficiência humana) em estágio avançado da doença, e pacientes internados em UTI (unidades de tratamento intensivo).

Processo de Irradiação em Alimentos

Trata-se de um processo no qual os alimentos passam por uma pequena e, minuciosamente controlada quantidade de radiação ionizante (raios gama, raios-x ou feixe de elétrons), por um tempo prefixado, sendo que eles podem estar já embalados ou a granel. A irradiação funciona através da interrupção dos processos orgânicos e naturais, que normalmente ocasiona a deterioração do alimento. Os raios gama, raios-x e elétrons são absorvidos pela água e/ou outras moléculas constituintes dos alimentos, com as quais entram em contato causando alterações nos processos biológicos do alimento (OLIVEIRA; SOARES; ALVES, 2012).

No processo, o alimento é depositado num sistema de esteiras e conduzido à sala de irradiação, blindada para evitar fuga de radiação, retornando depois para estocagem e posterior distribuição. A fonte de radiação, geralmente Cobalto radioativo (^{60}Co) ou Césio radioativo (^{137}Cs), permanece confinada num tanque de água para que sua energia possa ser controlada e canalizada para a sala de irradiação. A intensidade de radiação, medida em KGy, deve ser controlada, pois espera-se que somente a quantidade necessária ao processo tenha contato com o produto em tratamento, cujo controle deve ser efetuado através de painéis instalados no equipamento. Esse controle garante que não aja aplicação de doses altas de radiação, que levaria à danificação e perda do produto, tornando-o impróprio para o consumo; por outro lado doses menores que as necessárias não seriam capazes de tratar efetivamente o produto, tendo então um alimento sub processado. No Brasil a Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) é o órgão responsável por autorizar e inspecionar as instalações de irradiação, seja em vistorias rotineiras ou após denúncias. O processo, segundo Paulo Rela, do IPEN (Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares), é bastante rigoroso (PEROZZI, 2007).

A resolução nº 21 da ANVISA estabelece os regulamentos para a radiação em alimentos no Brasil, esta resolução também descreve quais são as fontes de radiação autorizadas pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN). Todo alimento, de acordo com a CNEN pode ser tratado pelo processo de radiação, porém os limites mínimos e máximos da dosagem aplicada no alimento devem sempre ser rigorosamente controlados. A dose mínima deve ser suficiente para alcançar a finalidade pretendida; a máxima, inferior àquela que comprometeria as propriedades funcionais e/ou atributos sensoriais do alimento. Esta resolução estabelece a inserção, na declaração de rotulagem dos alimentos irradiados a frase: "Alimento tratado por processo de irradiação", cujas letras de tamanho não podem possuir tamanho não inferior a um terço da letra de maior dimensão daquela letra presente na declaração de rotulagem. Quando o produto irradiado for empregado como ingrediente na formulação de um outro alimento, deve-se declará-lo na lista de ingredientes, empregando parênteses após seu nome. Quando se tratar de alimentos cuja comercialização ocorre como o mesmo a granel, exige-se a fixação de faixa ou cartaz com a indicação "produto tratado por irradiação", neste caso pode-se utilizar o símbolo da irradiação, a Radura (BRASIL, 2001).

De acordo com Cardoso (2016) na utilização do cobalto 60 para a irradiação de alimentos passou a ser o método preferido por quase todos os processadores pois a sua penetração é mais profunda permitindo com isso administrar o tratamento a lotes inteiros, diminuindo a necessidade de manipulação humana de materiais. Um lote é tipicamente exposto durante vários minutos ou horas dependendo da dose necessária àquele tipo de alimento. O material radioativo é precisamente monitorado e cuidadosamente armazenado subguardando a proteção dos trabalhadores e do ambiente dos raios gama sendo isso feito através vários escudos de concreto. Na maioria dos projetos, o radioisótopo pode ser baixado dentro de um tanque de armazenamento com água para permitir a entrada das equipes de manutenção.

O sistema de um irradiador industrial, é composto de um espaço próprio com paredes de concreto de dois metros de espessura, onde é instalada a fonte de irradiação (Cobalto 60). O funcionamento de um irradiador de alimentos, ocorre inicialmente pelo transporte automatizado do alimento para o seu interior através de esteiras. Ao entrar no interior do irradiador, é aplicada a dose de irradiação pelo tempo necessário, que varia para cada tipo de produto e após a irradiação o mesmo

será removido de lá também por um sistema automatizado. Em caso de reparo ou manutenção na área específica de irradiação, a fonte deve ser movimentada para o fundo de uma piscina, pois assim a água absorverá a energia da radiação, naturalmente não gerando riscos de contaminação radioativa à equipe de operadores (CARDOSO, 2016).

O processo de irradiação de alimentos tem como principal finalidade exterminar todas ou a maioria as bactérias assim como outros patógenos naturalmente presentes nos alimentos e isso vai depender muito da dose de irradiação aplicada. Com este processo a validade do alimento será prolongada nos casos em que os resíduos microbiológicos agem como um fator limitante de tempo de sobrevivência do alimento. Os alimentos secos, tais como as ervas e temperos por exemplo, são irradiados em doses baixas e suficientes (5 kilogray unidades ou mais) para reduzir a quantidade microbiana em várias ordens de magnitude; no final, esses ingredientes não carregarão resíduos de microrganismos ou patógenos continuando saudáveis e prontos para o consumo até seu vencimento. Conforme já foi citado, a irradiação pode também atrasar o amadurecimento de frutas ou a brotação de vegetais prolongando com isso sua vida útil e, sem com isso, perder suas propriedades.

Similar à radiação gama, os raios-x são radiação de fótons de espectro energético mais largo, uma alternativa aos sistemas de irradiação baseados em isótopos. Os irradiadores de raios-x são escaláveis e têm maior penetração em determinados produtos comparados aos efeitos do cobalto-60. EUFIC (2002).

Vantagens e Desvantagens do Emprego de Irradiação em Alimentos

Segundo Perozzi (2007) a tecnologia ainda gera controvérsias sobretudo perante as organizações não governamentais. Destacam-se como opositores a ONG *Public Citizen* (EUA), a *Stop Food Irradiation Alliance* (SFIA - Austrália) e, no Brasil, o Instituto Brasileiro de Defesa do Consumidor (IDEC).

Um documento produzido pelo IDEC em 2002, afirma que a norma que regulamentaa irradiação de alimentos no Brasil possui "conceitos vagos e questionáveis sob o ponto de vista técnico e excessivamente flexíveis às resoluções que vierem a ser tomadas no âmbito internacional". Dentre os argumentos está o fato de a Portaria não definir com números as doses máximas e mínima permitidas.

Quando alimentos contendo gorduras foram irradiados, os pesquisadores notaram alterações nas células e no material genético. Outra preocupação é que a irradiação não substitua as boas práticas de produção, manipulação e fabricação de alimentos (agrícolas e industriais), uma vez que o processo pode eliminar microrganismos, mas não retira sujidades e matérias estranhas dos alimentos. Porém, os especialistas consultados foram enfáticos ao garantir a segurança dos alimentos irradiados para os consumidores, para os manipuladores do produto e dos equipamentos para o meio ambiente, desde que obedecidos os limites máximos de irradiação (específicos para cada produto) e as normas básicas de segurança operacional. Uma das vantagens de usar a energia da radiação gama para irradiar alimentos, em comparação com outros tipos fontes de energia, abandonando ao máximo o uso de conservantes e agrotóxicos e que também deixam resíduos muito mais prejudiciais à saúde, está na sua capacidade de destruir os microrganismos, devido à alta dose de energia emanada pela radiação gama, grande penetração e letalidade a microrganismos devida sua ação ao nível celular. Essa penetração é uniforme, profunda e instantânea (SILVA et al, 2003).

De acordo com EUFIC (2002), *European Food Information Council* a principal e mais atrativa vantagem da irradiação dos alimentos é o fato desta técnica destruir bactérias e fungos prejudiciais à saúde, tais como outros microrganismos causadores de intoxicações alimentares. Oferece também outra grande vantagem que seria a lenta maturação e germinação de bulbos, permitindo, desta forma, prorrogar o vencimento nutritivo dos alimentos. Quando aplicada a outros tipos de produtos como por exemplo o cacau, o café, as ervas aromáticas e as especiarias, a irradiação oferece uma alternativa segura e limpa (inoculando a produção de resíduos) à pulverização química. Em relação aos alimentos frágeis, como no caso de moluscos frescos e/ou frutas moles, a irradiação pode ser muito útil na remoção de micróbios nocivos e prolongando também sua preservação sem, no entanto, alterar a textura do produto, como poderia acontecer se os mesmos fossem submetidos a tratamento térmico.

Ainda segundo EUFIC (2002) as pesquisas vêm demonstrando que não aferem perdas significativas de nutrientes ao irradiar alimentos, sendo que uma ínfima quantidade de determinadas vitaminas se perde com o processo, semelhante ao que acontece nos outros métodos de processamento alimentar, como no caso da

conservação por secagem. Sabe-se que as vitaminas apresentam elevada sensibilidade a todos os tipos de processamentos, em alimentos irradiados é de conhecimento que a vitamina B1 (tiamina) possui alta sensibilidade, com perdas significativas no processo, enquanto a vitamina C (ácido ascórbico), quando irradiada é transformada em ácido dehidroascórbico, que é uma forma ativa da vitamina C. Conforme o avanço no estudo de irradiação de alimentos, observou-se que os alimentos irradiados quando embalados a vácuo e armazenados em sua temperatura ideal apresentarão aumento de sua vida de prateleira mantendo praticamente inalteradas suas características sensoriais, como a textura, sabor, o mesmo ocorrendo com seu valor nutritivo. Para maior clareza do quanto a radiação prolonga o tempo de vida dos alimentos, o anexo 4 apresenta valores de vida útil de produtos com e sem irradiação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A irradiação é uma técnica de conservação que esteriliza os alimentos e também contribui para evitar o desperdício, considerando os excelentes os resultados obtidos por esse método na conservação de alimentos ele também apresenta algumas desvantagens, como por exemplo o baixo nível de conhecimento da segurança da técnica tanto por profissionais da área quanto por consumidores. Ao utilizar este processo deve-se considerar que não só há a eficácia no combate a bactérias e fungos, mas também a diminuição das velocidades de reações químicas e enzimáticas que causam alterações nas propriedades organolépticas durante o processo de armazenamento e/ou refrigeração dos alimentos. Assim, pode-se concluir que as dosagens utilizadas, além de não alterarem a qualidade, sabor e nutrientes, ainda oferece um produto seguro à saúde humana e próprio para consumo.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução nº 21 de 26 janeiro 2001. Disponível em:

http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/791ccc804a9b6b1b9672d64600696f00/Resolucao_RDC_n_21_de_26_de_janeiro_de_2001.pdf?MOD=AJPERES Acesso em: 11 nov 2015.

CARDOSO, M. Irradiação de alimentos. Disponível em:

<http://www.infoescola.com/saude/irradiacao-de-alimentos>. Acesso em 22 mai2016.

DIVERSI, M. Irradiação – um falso milagre. Revista Consumidor S.A., 2002. Disponível em:

http://www.cliquequimica.com.br/ultimas_noticias_irradiacao.htm. Acesso em: 05 maio 2016.

EMBRARAD. Alimentação humana. Disponível em:

<http://cbesa.com.br/?gclid=CLEosdjj7swCFQIHkQodNc8NCQ> Acesso em 15 mai. 2016.

EUFIC. Irradiação dos alimentos. Disponível em:

<http://www.eufic.org/article/pt/artid/irradiacao-dos-alimentos>. 2002. Acesso em 24 fev. 2016.

GCIIA. Grupo Consultivo Internacional sobre Irradiação de Alimentos, Documento Original – Agência Internacional de Energia Atômica – AIEA / PI / A 333591 – 05699, 1999. Acesso 22 mai. 2016.

NEVES, L. C.; MANZIONE, R. L.; VIEITES, R.;L.;. Radiação gama na conservação pós-colheita da nectarina (*Prunuspersica* var. *nucipersica*) frigoconservada. Rev. Bras. Frutic. Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 676-679, dezembro 2002.

OLIVEIRA, K. C. F.; SOARES, L. P.; ALVES, A. M. Irradiação de Alimentos: Extensão da Vida Útil de Frutas e Legumes. Saúde e Ambiente em Revista, Duque de Caxias, v. 7, n. 2. p. 52-57, jul. / dez. 2012.

PEROZZI, M. Irradiação: tecnologia boa para aumentar exportações de frutas. Inovação Uniemp, Campinas, v. 3, n. 5, oct. 2007. Disponível em: http://inovacao.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1808-23942007000500026&lng=es&nrm=iso . Acesso em: 17 abr. 2016.

ROCHA, M.A.A.; SOUZA, Q.H.F. O uso de alimentos irradiados no tratamento de pacientes com baixa imunidade. 2007. 16 f. TCC (Tecnologia de Radiologia). Universidade Paulista – UNIP, Brasília.

SILVA et al. Ocorrência de Escherichia Coli 0157 : H7 em vegetais e resistência aos agentes de desinfecção de verduras. Ciência, Technol. Aliment, Campinas, v. 23, n. 2, maio/ago. 2003.

URBAN, W. M. Food irradiation Academic Press. 1986. 351 p.

VERRUMA-BERNARDI, M.R.; F.SPOTO, M.H.; Efeito da radiação gama sobre o perfil sensorial de suco de laranja. Cienc. Technol. Aliment, Campinas, v.23 n°1 p. 28-32, jan.-abr. 2003.

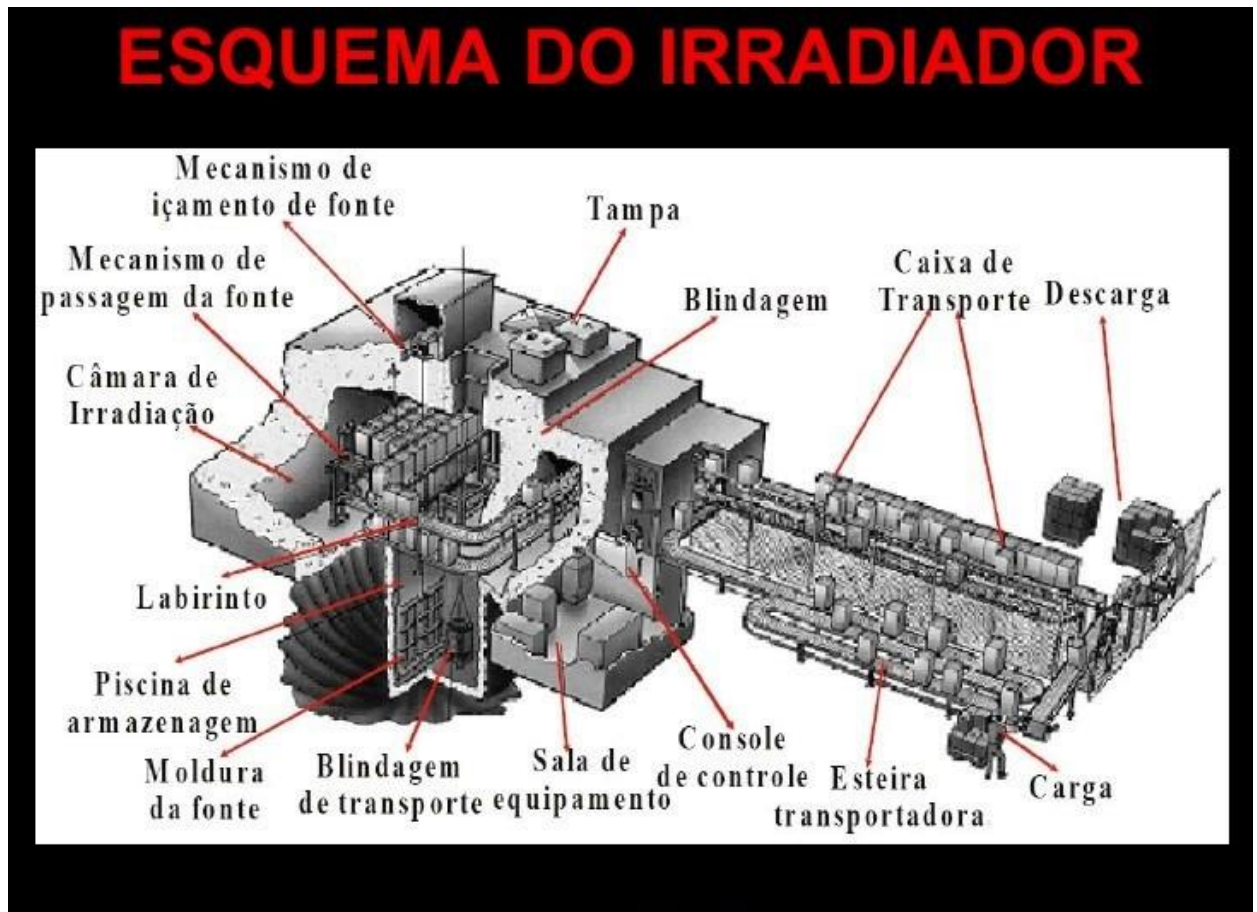
ANEXOS

Anexo 1: Símbolo Internacional para indicar que o produto foi irradiado é denominado Radura, deverá obrigatoriamente estar presente nas embalagens.



Fonte: www.epub.org.br/nutriweb/n0202/irradiados.htm

Anexo 2: Esquema de um típico irradiador de alimentos.



Fonte: OLIVEIRA; SOARES; ALVES (2012).

Anexo 3 - Efeitos da radiação gama em alimentos tratados no CTEEx (RJ) com um irradiador com fonte de céso-137.

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

Fonte: URBAN, W. M. Food irradiation. Academic Press, INC. 1986.

Anexo 4 - Valores de vida útil de produtos com e sem irradiação

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

Fonte: OLIVEIRA; SOARES; ALVES (2012).

Anexo 5: Amostras de morangos irradiados e não irradiados após 4 dias



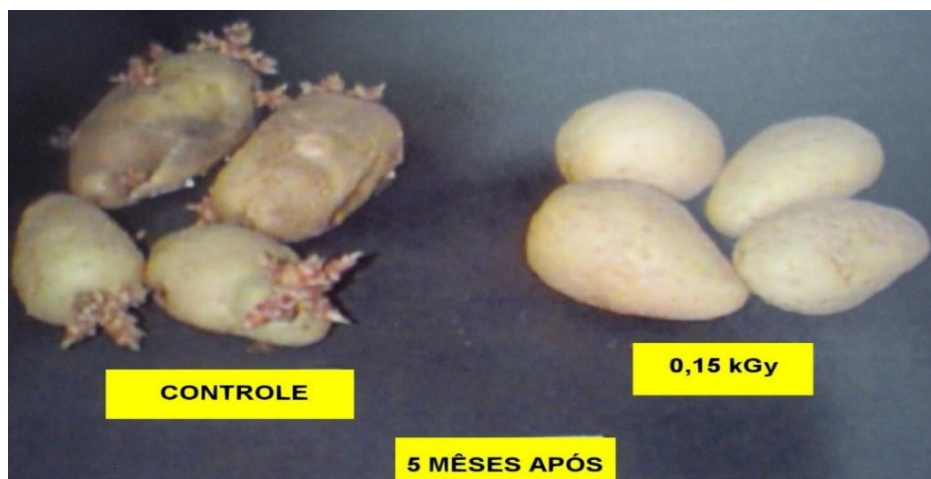
Fonte: OLIVEIRA; SOARES; ALVES (2012).

Anexo 6: Amostras de papaias irradiadas e não irradiadas após 10 dias



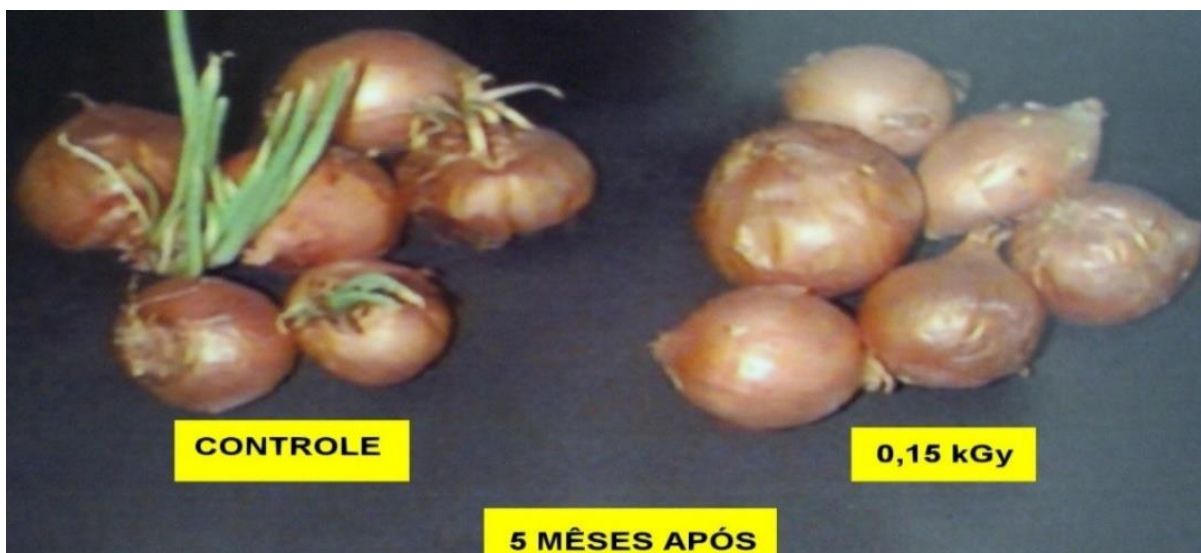
Fonte: OLIVEIRA; SOARES; ALVES (2012).

Anexo 7: Amostras de batatas irradiadas e não irradiadas após 5 meses



Fonte: OLIVEIRA; SOARES; ALVES (2012).

Anexo 8: Amostras de cebolas irradiadas e não irradiadas após 4 dias



Fonte: OLIVEIRA; SOARES; ALVES (2012).

Anexo 9: Amostras de feijão e milho irradiados e não irradiados com mais de 5 anos de armazenamento.



Fonte: OLIVEIRA; SOARES; ALVES (2012).