

## *Uso da Radiação para Conservação dos Alimentos: Abordagens e Reflexões*

### *Use of radiation for Conservation of Foods: Approaches and Reflections*

Fagno Dallino Rolim<sup>1</sup>; Felipe Venceslau Silva Almeida<sup>2</sup>; Jorge Robério dos S. Lopes<sup>3</sup>; Wyara Ferreira Melo<sup>4</sup>  
Hugo Sarmento Gadelha<sup>5</sup>, João Cleber Ferreira Lima<sup>6</sup> Claudio Leite da Silva<sup>7</sup>, Rafael Silva Linhares<sup>8</sup>,  
Edjair Raimundo de Melo<sup>9</sup> Alexandre Ribeiro de Araujo<sup>10</sup>

**RESUMO-** O tratamento de alimentos por radiação ionizante é uma tecnologia que tem sido empregada em um número cada vez maior de países em substituição ao uso de produtos químicos. Este método serve para aumentar a vida útil dos alimentos sem causar danos substanciais nos alimentos que está sendo irradiado. O estudo objetiva compreender como se dá a funcionalidade do uso de radiação em alimentos, enquanto técnica para promover a conservação dos mesmos. Adotou-se como método de estudo, a pesquisa de caráter bibliográfico, a partir da leitura e fichamento de textos em revistas e periódicos, cuja validação de abordagem é a cientificidade que estes apresentam. A radiação prima pela preservação e conservação dos alimentos e da sua qualidade enquanto alimento saudável para o consumo humano. Contudo, o estudo revelou ainda que a radiação não evitará que os alimentos se deteriorem ou que não venham a perder a sua qualidade, mas esse processo passa a ser mais demorada quando se usa a radiação como forma e preservar os alimentos. Mediante toda a abordagem do estudo, pode-se concluir que o uso da radiação como meio de preservar e conservar os alimentos apresenta um caráter financeiro significativo, já que evita-se o desperdício dos alimentos e, com isso, torna-o mais essencial para a vida das pessoas que passam a consumir ainda mais, uma vez que, tem uma preocupação menor em relação a sobrevida destes alimentos e, em sua decorrência, os desperdícios e as perdas nos mercados acabam se reduzindo bastante.

**Palavras-chave:** Radiação ionizante. Conservação de Alimentos. Sobrevida.

**ABSTRACT-**The treatment of food by ionizing radiation is a technology that has been used in an increasing number of countries to replace the use of chemicals. This method serves to increase the shelf life of foods without causing nouns in the food being irradiated. The objective of this study is to understand how the functionality of the use of radiation in food is given as a technique to promote the conservation of the same. It was adopted as a method of study, the research of bibliographic character, from the reading and writing of texts in journals and periodicals, whose validation of approach is the scientificity they present. Radiation stresses the preservation and conservation of food and its quality as a healthy food for human consumption. However, the study also revealed that radiation will not prevent food from deteriorating or will not lose its quality, but that process will be more time consuming when using radiation as a form and preserving food. Throughout the study approach, it can be concluded that the use of radiation as a means of preserving and preserving food has a significant financial character, since it avoids wasting food and, therefore, makes it more essential for the life of the people who start to consume even more, since, it has a minor concern with the survival of these foods and, as a result, the wastes and the losses in the markets end up being reduced a lot.

**Keywords:** Ionizing radiation. Food Conservation. Survival.

\*Autorpondência para corres Recebido para publicação em 28/05/2018; aprovado em 30/06/2018.

<sup>1</sup>Bacharel em Administração, Mestre em Sistemas Agroindustriais – UFCG – Campus Pombal, E-mail: dallino@hotmail.com.;

<sup>2</sup>Licenciado em Geografia, Mestrando em Sistemas Agroindustriais – UFCG – Campus Pombal, E-mail: felipevenceslau@hotmail.com;

<sup>3</sup>Bacharel em Administração – FSM – Faculdade Santa Maria, E-mail: jorgeroberio.cz@gmail.com;

<sup>4</sup>Bacharel em Enfermagem, Mestre em Sistemas Agroindustriais, E-mail: wyara\_mello@hotmail.com.;

<sup>5</sup>Mestrando em Sistemas Agroindustriais, campus Pombal-E-mail:hugoscursos@uol.com.br;

<sup>6</sup>Licenciado em História UFPB-E-mail:jcleberflima2@gmail.com;

<sup>7</sup>Bacharel em Nutrição-FIP-Patos/PB-E-mail: claudileitedasilva@gmail.

<sup>8</sup>Advogado pela FIPE/Patos – PB – Brasil E-mail: rafaellinhares@hotmail.com.br

<sup>9</sup>Graduado em Ciências Naturais pela UFPB – Cajazeiras – PB E-mail: djairmeloperfumes@hotmail.com

<sup>10</sup>Bacharel em Direito. Analista Jurídico da Justiça Federal da Paraíba email alex@jfbp.jus.com

## INTRODUÇÃO

A irradiação dos alimentos não é uma tecnologia recente, uma vez que, é muito mais antiga e mais estudada que outros processos de conservação introduzidos na indústria alimentar nos últimos anos. A descoberta dos raios-x em 1895 e de substâncias radioativas um ano mais tarde conduziu a imensas investigações sobre os efeitos biológicos da radiação ionizante. Este método foi utilizado em primeira mão por cientistas britânicos em 1905 e mais tarde usada nos Estados Unidos da América para inativar um parasita humano, a *Trichinella spiralis*, que contaminava os músculos do porco, a partir do uso desse método, inúmeros estudos começaram a serem desenvolvidos buscando compreender melhor o processo de irradiação de alimentos (SILVEIRA; PINHAL JÚNIOR, 2015).

Segundo Oliveira; Soares; Alves (2012), no que concerne à irradiação de alimentos, esta tecnologia tem recebido uma crescente atenção em todo o mundo. Vale salientar que as autoridades de vigilância sanitária de 37 países, incluindo o Brasil, aprovaram a irradiação de 40 tipos distintos de alimentos, que englobam especiarias, grãos, carne de frango, frutas e legumes.

O processo de irradiação compreende a exposição de alimentos, quer pré-embalados ou sem embalagem, a um predeterminado nível de radiação de ionização de acordo com o tipo de produto alimentar que se pretende tratar, sejam estes produtos derivados de plantas, como vegetais, frutas e cereais ou até derivados de animais, como carne ou peixe. Neste processo é muito importante conhecer as fontes de radiação de ionização, pois ocorre uma interação ao nível molecular e por isso é necessário entender a forma como a energia é quantificada e também a extensão em relação às suas limitações e vantagens, pois o excesso de energia pode por em risco a qualidade do alimento. As fontes desta energia são os raios- $\gamma$  dos radio nucleótídeos  $^{60}\text{Co}$  ou  $^{137}\text{Cs}$ , raios-x ou por aparelhos que funcionem a determinados níveis de energia (VENTURA et al., 2010).

Ainda com base em Ventura et al. (2010), possíveis aplicações da irradiação são a desinfestação, o prolongamento da vida de prateleira, a descontaminação e o melhoramento da qualidade do produto, pois provocam efeitos nos microrganismos e nos componentes dos alimentos, tais como proteínas, hidratos de carbono, lipídios e vitaminas. Todas estas fontes de radiação exigem um elevado planeamento, quanto à sua viabilidade econômica, a sua instalação deve cumprir a legislação de higiene e segurança e também a adesão a estes produtos por parte do consumidor é um fator importante a considerar face à sua consagração no mercado.

Neste contexto, o presente artigo objetiva conhecer a funcionalidade e viabilidade do uso de radiação em alimentos, enquanto técnica para promover a conservação dos mesmos. Para alcançar o objetivo propostos, adotou-se como método de estudo, a pesquisa de caráter bibliográfico, a partir da leitura e fichamento de

## RADIAÇÃO DE ALIMENTOS E SUA IMPORTÂNCIA

Devido às necessidades mundiais sobre a seguridade dos alimentos e aos problemas no processo de armazenamento e processamento inadequados, houve a crescente busca de novos métodos de preservação dos alimentos. A irradiação deste material é disponibilizada como um método de preservação, tanto da matéria-prima in natura quanto como o de alimentos processos industrialmente (VILLAVICENCIO, 2010).

A irradiação possui as seguintes vantagens em relação ao tratamento com produtos químicos, tratamentos térmicos ou combinação de ambos. É um processo contínuo e totalmente eficiente, assegura completa desinfestação dos produtos; não deixa resíduos nos frutos e tende a retardar o amadurecimento das frutas climatéricas, aumentando o tempo de armazenamento sem deterioração (MOLLER, 2013).

## PROCESSO DE IRRADIAÇÃO NOS ALIMENTOS E O LOCAL APROPRIADO PARA SUA EFETIVAÇÃO

A irradiação é um processo físico que pode ser utilizado com o alimento embalado ou não, o alimento não se torna radioativo, o tratamento apenas interrompe os processos orgânicos, a radiação é absorvida pela água ou outras moléculas que constituem os alimentos reduzindo a carga microbiana, inibindo os brotamentos, retardando a maturação, esterilizando, e desinfetando (MORAES, 2010).

Segundo Diehl (2012), a primeira utilização da irradiação em alimentos se deu em 1957, na Alemanha, quando produtores de condimentos iniciaram a melhoria da qualidade higiênica de seus produtos pela irradiação com elétrons.

Países importadores e exportadores têm demonstrado interesse na tecnologia de irradiação, desenvolvendo pesquisas para aplicação desta devido ao aumento do comércio internacional de alimentos e das crescentes exigências regulatórias dos mercados consumidores (RIBEIRO, 2011).

O processo de irradiação é realizado em uma sala com paredes de concreto, com dois metros de espessura, contendo a fonte de irradiação como o cobalto 60. Os alimentos são transportados para dentro da sala por meio de uma esteira permanecendo nela até a sua saída. Quando necessária a manutenção dessas salas, a fonte de radiação é recolhida ao fundo de uma piscina, onde a água absorve a energia da radiação protegendo os operadores. Entre os tipos de energia ionizante para irradiar alimentos, encontramos os raios-X, os feixes de elétrons, e raios gama como o cobalto 60 são as mais utilizadas, o raio gama por sua disponibilidade, custo, apresentar-se na forma metálica e ser insolúvel em água, proporcionando assim mais segurança. Contém alto poder de penetração assim irradia ao mesmo tempo grande quantidade e variedade de alimentos (WIENDL, 2014).

Quando penetra nos alimentos pode ocasionar algumas alterações moleculares modificando sua cor, seu

brilho sua textura e até mesmo o seu aroma as quais também ocorrem em processos como cozinhar, enlatar ou congelar um alimento, a irradiação de alimentos também é conhecido como processo frio, pois a variação de temperatura dos alimentos processados é insignificante por isso pode irradiar alimentos congelados (ZOGHBI, 2008).

O irradiador de grande porte é um equipamento empregado na esterilização e tratamento de alimentos “*in natura*” e industrializados, com o intuito de conservar e, consequentemente, aumentar a vida útil do produto (VILLAVICENCIO, 2010).

Para conduzir as operações, necessita-se de um operador (nível médio), carregadores (nível básico), um segurança (nível básico) e dois supervisores de proteção radiológica (nível superior e qualificado pela CNEN - Comissão Nacional de Energia Nuclear). Todos os trabalhadores devem ser treinados.

## COMPREENDENDO COMO A RADIAÇÃO PODE CONTRIBUIR PARA UMA MAIOR SOBREVIVÊNCIA DOS ALIMENTOS

A radiação dos alimentos propõe minimizar ou tornar inativos os parasitas, bactérias, larvas, fungos, dentre vários outros micro-organismos que contribuem para que os alimentos se deteriorem. Ao usar da irradiação, os alimentos passam a ter uma maior sobrevivência e, a utilização desse método é bastante favorável, principalmente, em ambientes onde a armazenagem e acondicionamento dos alimentos não acontecem adequadamente. Neste contexto, através da radiação os alimentos passam a ser conservados por mais tempo, em virtude de que através desta ocorre o retardamento do processo de decomposição (ALMEIDA, 2011).

Alimentos irradiados já são uma realidade em nosso cotidiano, inclusive no Brasil. Por exemplo, em Manaus existe uma empresa particular (*Tech Ion Industrial Brasil*) que opera em larga escala na irradiação de alimentos (GCIA, 2010).

Muitas pessoas ficam com medo quando se trata de radiação. Mas, para desenvolvermos nossos conceitos e opiniões acerca desse assunto é preciso primeiro conhecer melhor como esse processo é feito e como estão os estudos e avanços nessa área.

A irradiação de alimentos não é feita colocando-se a comida em contato direto com o elemento radioativo. Na verdade, o alimento é exposto a uma fonte de radiação, normalmente beta ou gama, vinda de um elemento radioativo por um tempo controlado. Os elementos mais usados são o cobalto 60 e o césio 137. Dependendo da dose da radiação, os efeitos sobre o alimento são diferentes. A unidade usada para medir a radiação sobre o alimento é o “rad”. 1rad é a quantidade de radiação necessária para que 1 grama de tecido absorva uma energia igual a  $10^{-5}$  joule (FAO, 2010).

Uma dose entre 20 000 rad e 500 000 rad é capaz de retardar a deterioração do alimento sem comprometer o seu aspecto, estrutura e propriedades organolépticas como cor, sabor e cheiro. No entanto, é ainda necessário que a comida fique em embalagens especiais e sejam refrigeradas. Essa dose é chamada de dose pasteurizante e os estudos, até o momento, mostram que não há efeitos

adversos para o alimento e para os consumidores. Essa radiação não deixa alterações e nem resíduos no alimento, pois os átomos radioativos devem cessar as suas atividades antes de os alimentos serem embalados. No entanto, uma dose ainda maior (de 2 a 4 milhões de rad), chamada de esterilizante, consegue conservar o alimento mesmo a temperatura ambiente, com os efeitos adversos de modificarem o sabor e o cheiro do alimento. Além disso, ainda não foram descartadas as possibilidades de uma radioatividade residual e alterações secundárias. Os estudos para solucionar esses problemas ainda continuam (FELLOWS, 2012).

Os alimentos que são irradiados atualmente e postos para vender estão dentro dos padrões especificados e o consumidor saberá quais foram submetidos a esse processo por meio do símbolo que vem na embalagem, conhecido como Radura.

Não são todos os alimentos que podem passar por esse processo, porque devido a sua capacidade ionizante, alguns alimentos deterioram-se ao serem irradiados, como é o caso do leite e seus derivados. Produtos muito gordurosos também não podem ser irradiados, porque as gorduras são oxidadas e eles ficam muito rançosos.

A ideia da utilização da radiação ionizante na conservação de alimentos surgiu após a descoberta dos Raios X por Roentgen e da radioatividade por Becquerel em, aproximadamente 1895 (FRANCO, 2012).

A radiação ionizante tem sido utilizada em um grande espectro de aplicações industriais, sendo a principal aplicação na esterilização de produtos médicos, farmacêuticos, cosméticos e no processamento de alimentos. Esta técnica é amplamente utilizada em países industrializados e atualmente apresenta uma forte expansão nos países em desenvolvimento. No que se refere à irradiação de alimentos, esta tecnologia tem recebido uma crescente atenção em todo o mundo. As autoridades de vigilância sanitária de 37 países, incluindo o Brasil, aprovaram a irradiação de 40 tipos distintos de alimentos, que englobam especiarias, grãos, carne de frango, frutas e legumes (MORAIS, 2010).

## A RADIAÇÃO DE ALIMENTOS NO BRASIL

No Brasil, as primeiras pesquisas com irradiação de alimentos foram feitas da década de 50, pelo Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), em Piracicaba (SP). Mesmo com a permissão, em 1985, do uso da irradiação para conservação de alimentos, os estudos se restringiram quase que exclusivamente às instituições de pesquisas, uma vez que o País contava com um número restrito de especialistas. Durante os anos 80 e 90, vários países regulamentaram o uso de alimentos irradiados (ALVES, 2010).

Oliveira; Soares; Alves (2012), explicam que os alimentos irradiados podem ser compreendidos como aqueles que foram deliberadamente tratados com determinados tipos de fontes radioativas, para se obterem algumas propriedades convenientes, por exemplo, para inibir a germinação ou para destruir as bactérias que contaminam os alimentos. A irradiação pouco altera as características dos alimentos quando respeitada a dose máxima estabelecida para cada produto.

O processo de irradiação, quando bem conduzido, não implica em danos ambientais ou à saúde humana, sendo apoiado por instituições como a Organização Mundial de Saúde (OMS), *Food and Agricultural Organization* (FAO), U.S. *Food and Drugs Administration* e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) sempre embasados em trabalhos científicos que atestam a tecnologia como eficiente e segura (BRASIL, 2010).

Os motivos que despertam o interesse da irradiação de alimentos estão relacionados com as grandes perdas de alimentos que ocorrem constantemente, como consequência da infestação, contaminação e decomposição dos mesmos, a crescente preocupação com respeito às doenças transmitidas pelos alimentos e o aumento do comércio internacional de produtos alimentícios sujeitos a normas de exportação rígidas em matéria de qualidade e de quarentena.

O Brasil é um dos três maiores produtores mundiais de frutas, superando 39 milhões de toneladas produzidas em 2005. E tem ampliado suas exportações a cada ano. Segundo o Instituto Brasileiro de Frutas (Ibrafr), de janeiro a junho de 2007 foram exportadas 372 mil toneladas, contra 326 mil no mesmo período do ano anterior, representando um crescimento de 14% em volume. Quanto ao valor, as exportações dos seis primeiros meses do ano representaram US\$ 203 milhões, 30% a mais que em 2006 US\$ 156 milhões. Com vistas a ampliar cada vez mais o mercado externo, produtores e exportadores buscam medidas que aumentem a segurança e a vida útil das frutas, como o sistema de irradiação (SILVA, 2012).

Calcula-se que no Brasil as perdas no processo de comercialização de frutas e hortaliças ultrapassem 30% do total produzido. Isso significa que, a cada ano, o volume cultivado em mais de 200 mil hectares é desperdiçado no país durante as etapas de pré-colheita, colheita, beneficiamento e comercialização. Para os pesquisadores do Cepea essa técnica minimiza perdas e prolongam a vida útil dos hortifrutícolas depois da colheita são cada vez mais importantes para reverter essa situação (VENTURA, 2010).

O processo de irradiação compreende a exposição de alimentos, quer pré-embalados ou a granel (sem embalagem), a um preestabelecido nível de radiação de ionização, sendo muito importante conhecer as fontes de radiação de ionização: a forma como é que a energia quantificada e também as suas limitações e vantagens.

A radiação de ionização interage com as moléculas dos materiais de forma a criar íons negativos e positivos, e assim transferindo energia por eletros. Os efeitos da radiação em materiais biológicos podem ser diretos ou indiretos. Um dos efeitos direto é o fato das reações químicas ocorrem como resultado do bombardeamento de energia irradiada na molécula alvo, já os efeitos indiretos devem-se às consequências da difusão reativa de radicais livres formados pela radiólise da água, como por exemplo, o radical hidróxido OH-, o átomo de H e o peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) (MORAIS, 2010).

## RESULTADOS

A irradiação de alimentos é um tratamento físico que consiste na exposição dos alimentos, já embalados ou a granel, a uma fonte de radiação ionizante, durante o

tempo necessário para se obterem as alterações desejáveis (BERNARDES, 2012).

Sendo assim, a irradiação de alimentos também é um método de pasteurização a frio (sem produção de aquecimento) utilizado para controlar doenças de origem alimentar causadas por microrganismos patogênicos, parasitas, especialmente em alimentos que são consumidos crus ou parcialmente processados (BORGUINI, 2013), além de apresentar característica única de poder ser aplicada em alimentos congelados. A irradiação também possui a vantagem de consumir menor quantidade de energia no processo de tratamento dos alimentos se comparado a métodos convencionais (MARIANO, 2014). O processamento por radiação tem sido utilizado industrialmente com segurança por mais de 40 anos. Desde 1964, principalmente, a Organização Mundial de Saúde (OMS) acompanha os resultados de estudos com alimentos irradiados, em conjunto com a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) e a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), por meio de reuniões com especialistas de diversos países do mundo. Em setembro de 1997, a OMS aprovou e recomendou a irradiação de alimentos, em doses que não comprometam suas características organolépticas, sem a necessidade de testes toxicológicos. A partir disto, a irradiação de determinados alimentos e ingredientes para alimentos foi aprovada pelas autoridades de saúde em aproximadamente 60 países (ALMEIDA, 2011).

A radiação mais utilizada no processo de conservação de alimentos é a do tipo  $\gamma$  (gama), mas também são utilizados em menor escala raios X e feixes de elétrons. A incidência da radiação sobre o produto alvo induz a formação de íons dos átomos do material, incluindo-se os microorganismos presentes, levando à alteração biológica dos componentes potencialmente capazes de deteriorar o produto irradiado. Com isso, torna-se possível o armazenamento dos alimentos por um prazo mais extenso, comparado ao armazenamento sem irradiação prévia, dispensando o uso de conservantes químicos muitas vezes nocivos à saúde (MORAIS, 2010).

A irradiação apresenta-se, portanto, como um método simples e seguro para a preservação e armazenamento de alimentos em longo prazo, sendo uma alternativa mais atrativa e saudável na indústria alimentícia quando comparada aos tratamentos químicos, proibidos atualmente, porque muitos deixam resíduos tóxicos (VENTURA, 2010). Além disso, a irradiação de alimentos atende medidas de preservação ambiental, diminuindo gastos energéticos e riscos sanitários.

Segura, econômica e eficiente, o tratamento de alimentos por meio de radiação ionizante, é uma técnica cuja aplicação industrial vem se desenvolvendo intensamente nos últimos 15 anos (DIEHL, 2012).

O processo de irradiação, quando bem conduzido, não implica em danos ambientais ou à saúde humana, sendo apoiados por Organizações internacionais tais como a FAO U.S. *Food and Drugs Administration* e a WHO - *World Health Organization* revisaram estas pesquisas e concluíram que a irradiação de alimentos é segura e benéfica. Na última reunião em setembro de 1997, a conclusão final foi divulgada: a OMS Organização Mundial de Saúde aprova e recomenda a irradiação de alimentos, em doses que não comprometam suas

características organolépticas, sem a necessidade de testes toxicológicos. De lá para cá, a irradiação de alimentos foi aprovada pelas autoridades de saúde de 40 países (OMS, 2012).

A irradiação não é um milagre técnico capaz de resolver todos os problemas de preservação de alimentos. Ela não pode transformar alimento deteriorado em alimento de alta qualidade. A irradiação de alimentos pode aumentar o tempo de prateleira - estocagem - de muitos alimentos a custos competitivos, ao mesmo tempo em que fornece uma alternativa ao uso de fumegantes e substâncias químicas, muitas das quais deixam resíduos (OLIVEIRA; SOARES; ALVES, 2012).

## CONCLUSÃO

Ao longo do estudo foi possível perceber que apesar de ser um tema pouco conhecido, há inúmeras pesquisas voltadas a funcionalidade e viabilidade do uso de radiação em alimentos, visto que esta técnica para promover a conservação dos mesmos.

Segundo o estudo realizado, existem alimentos que não sofrem alterações significativas, outros são afetados de forma negativa e há ainda os beneficiados pelo processo. A variação dessas alterações está relacionada ao tipo de alimento, à dose e tempo de irradiação recebidos e sua associação com outros métodos de conservação como, por exemplo, a refrigeração.

Embora a irradiação de alimentos constitua tema desconhecido para a população brasileira, o processo é seguro e não oferece risco ao consumidor e nem ao meio ambiente, pois não produz nenhum tipo de resíduo.

Para se adotar a irradiação como processo de conservação do alimento é importante avaliar os efeitos químicos, físicos e sensoriais provocados pela interação ionizante com o produto irradiado, a fim de se obter o tempo e a dose de irradiação ideais para aumentar a vida-de-prateleira do produto.

Por se tratar de um assunto de grande importância e pelo fato de causar questionamentos com relação à segurança, conclui-se mediante as pesquisas, que o método de irradiação é eficaz, pois garante a segurança e a qualidade dos alimentos. Não proporciona qualquer risco toxicológico para os consumidores, desde que seja utilizado na quantidade estabelecida pela legislação vigente. Ainda, apresenta mais vantagens do que desvantagens no processamento em alimentos, já que não causa alterações nas características sensoriais do mesmo.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A.P.G. **Avaliação do processo de irradiação em especiarias utilizando a técnica de difração de Raios X**. Universidade Federal do Rio de Janeiro – COPPE, setembro, 2011.
- ALVES, B. **Irradiação de Alimentos**. 2010. Disponível em: <<http://www.cenapcascavel.com.br/cursosonline/artigos/radioI/BRUNA%20ALVES.pdf>> Acesso em: 18 out. 2015.
- BRASIL, PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Decreto nº 72718, de 29 de agosto de 1973**. Estabelece normas gerais sobre irradiação de alimentos. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/fc165c00474583c58eecd3fbc4c6735/DECRETO\\_72718\\_1973.pdf?MOD=AJPERES](http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/fc165c00474583c58eecd3fbc4c6735/DECRETO_72718_1973.pdf?MOD=AJPERES)>. Acesso em: 23 out. 2015.
- BERNARDES, D. M. L. **Avaliação de métodos de identificação de especiarias e vegetais desidratados submetidos a radiação gama**. São Paulo, 2012 .
- BORGUINI R.G. **Avaliação do potencial antioxidante e de algumas características físico-químicas do tomate (Lycopersicon esculentum) orgânico em comparação ao convencional**. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública; 2013.
- DHIEL, J. F. **Food irradiation past, present and future**. Radiation Physics and Chemistry. v. 63, 211-215. 2012.
- FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. Porto Alegre: Artmed, 2012. 602p.
- FAO/AIEA/OPS/OMS – **Consulta Técnica Conjunta sobre o El Uso de Irradiación como Medida de Intervención de Salu Publica para el Control de las Enfermedades Transmitidas por Alimentos en Latino America y el Caribe**. Washington. D. C, U.S.A, 19 –21 de oct., 2010.
- GCIIA, Grupo Consultivo Internacional sobre Irradiação de Alimentos. **A irradiação de alimentos: ficção e realidade**. Vienna, 2010. Ficha Descritiva 1-14.
- MARIANO, C. O. **Efeitos da radiação gama na conservação da carne bovina refrigerada**. 2014. Disponível em: <[http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/\\_Public/41/129/41129316.pdf](http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/41/129/41129316.pdf)>. Acesso em: 20 jul. 2016.
- MOLLER, J. **Projected costs of fall related injury to older persons due to demographic change in Australia: report to the Commonwealth Department of Health and Ageing**. Canberra: New Directions in Health and Safety, 2013.
- MORAES, I.R. **O Uso de radiação ionizante no controle e prevenção de doenças transmitidas por alimentos**. Higiene Alimentar, v. 44, p 75, 2010.
- OLIVEIRA, K. C. F.; SOARES, L. F.; ALVES, A. M. **Irradiação de alimentos: extensão da vida útil de frutas e legumes**. *Saúde & Amb. Rev.*, Duque de Caxias, v. 7, n. 2, p. 52-57, jul-dez., 2012.
- RIBEIRO, A. F. E. **Irradiação de alimentos: uma proposta para o ensino de física**. Belo Horizonte, 2011.
- SILVA, É.F.S. **Irradiação em alimentos**. 2012. Disponível

em:<<http://qualittas.com.br/uploads/documentos/Irradiacao%20em%20Alimentos%20-%20Erica%20Flavia%20de%20Sa%20e%20Silva.PDF>>  
Acesso em: 19 jul. 2016.

SILVEIRA, P. L.; PINHAL JÚNIOR, P. **O uso da radiação na conservação dos alimentos**. IX Mostra de Trabalhos Acadêmicos - III Jornada de Iniciação Científica. Santos/São Paulo, out., 2015. Disponível em: <<http://revista.lusiada.br/index.php/ruep/article/view/611/u2016v13n30e611>>. Acesso em: 18 jul. 2016.

VENTURA, D. **Utilização da irradiação no tratamento de alimentos**: processamento geral de alimentos - módulo II. 2010. Disponível em:<[http://www.esac.pt/noronha/pga/0910/trabalho\\_mod2/irradiacao\\_grupo4\\_T2\\_word.pdf](http://www.esac.pt/noronha/pga/0910/trabalho_mod2/irradiacao_grupo4_T2_word.pdf)> Acesso em: 19 jul. 2016.

VILLAVICENCIO, A. L. C. H. **Avaliação dos efeitos da radiação ionizante de <sup>60</sup>Co com propriedades físicas, químicas e nutricionais dos feijões**. São Paulo: Walp, 2010. p. 138.

WIENDL, F. M. **A salubridade dos alimentos irradiados**. Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.18, n.1, p.48-56, 2014.  
ZOGHBI, M. G. B. Essential oils of *Lippia alba* (Mill.) N.E.Br. Growing wild in the Brazilian Amazon. *Flavour and Fragrance Journal*, v. 13, p. 47-48. 2008.