Originalmente publicado na Revista COOPEX/FIP (ISSN:2177-5052). 9ª Edição - Vol. 09 - Ano: 2018. No seguinte endereço: http://coopex.fiponline.edu.br/artigos

USO DA RADIAÇÃO GAMA PARA CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS DE ORIGEM ANIMAL

Helder Santos de Figueiredo[1*]
Iankel Ribeiro de Sá Vieira[2**]
Rodrigo Diniz Paiva[3***]
Júlia Laurindo Pereira[4****]
Ivanesa Gusmão Martins Soares[5*****]

RESUMO

O presente estudo tem a finalidade de discutir os efeitos da radiação gama na conservação de alimentos de origem animal e a garantia da eliminação de microrganismos e patógenos, sem modificações das propriedades nutritivas e organolépticas, visando à segurança alimentar do consumidor. Caracterizando-se por ser um estudo bibliográfico do tipo exploratório. Percebeu-se que, as análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais foram as mais realizadas como método capaz de apresentar os efeitos que a irradiação no alimento pode causar. A irradiação aplicada aos alimentos pode beneficiar a sociedade por meio de produtos mais seguros e saudáveis, visto que, a radiação gama pode eliminar microrganismos causadores de doenças, principalmente em carnes e pescado e não modificar significativamente as propriedades nutricionais e sensoriais dos mesmos.

Palavras-Chave: Irradiação. Microrganismo. Radiação ionizante.

ABSTRACT

The present study aims to discuss the effects of gamma radiation on the conservation of animal foods and the guarantee of the elimination of microorganisms and pathogens, without modification of the nutritional and organoleptic properties, aiming at the food safety of the consumer. Characterizing itself as a bibliographic study of the exploratory type. It was noticed that the physico-chemical, microbiological and sensorial analyzes were the most performed as a method capable of presenting the effects that the irradiation in the food can cause. Irradiation applied to food can benefit society through safer and healthier products, since gamma radiation can eliminate disease-causing microorganisms, especially in meat and fish, and do not significantly modify their nutritional and sensory properties.

Keywords: Irradiation. Ionizing radiation . Microorganism.

[1*] Discente do Curso Superior de Tecnologia em Radiologia das Faculdades Integradas de Patos - FIP, Patos, Paraíba, Brasil. E-mail: heldsantos2012@gmail.com.
[2**] Docente Especialista do Curso Superior de Tecnologia em Radiologia das FIP, Paraíba, Brasil. E-mail: iankelribeiro@gmail.com.
[3***] Graduando do Curso Superior de Tecnologia em Radiologia das FIP, Patos, Paraíba, Brasil. E-mail: dinizrdpb@gmail.com.
[4****] Doutoranda em Medicina Veterinária na Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Patos, Paraíba, Brasil. E-mail: julia_laurindovet@hotmail.com.
[5*****] Docente Mestre do Curso Superior de Tecnologia em Radiologia das FIP, Patos, Paraíba, Brasil. E-mail: ivanesagusmao@ymail.com

INTRODUÇÃO

Alimentos de origem animal são todos que se originem direta ou indiretamente de animais. Incluindo-se nesse grupo, alimentos como peixe, carnes, mel, ovos, leite, queijo e entre outros. A nossa alimentação compõe-se basicamente desses alimentos junto com os de origem vegetal. Os alimentos de origem animal têm um papel essencial na alimentação humana e o seu consumo, no cardápio da atual sociedade, tem aumentado desde os anos cinquenta. Esse crescimento foi desencadeado pelo aumento rápido de nível de vida após a II Guerra, que proporcionou ao consumidor adquirir produtos mais caros e até então mais escassos, fazendo com que outras camadas da população que não tinham acesso a esses produtos, se tornarem compradores desses produtos (VENTURA, 2011).

No Brasil, entre os anos de 2000 e 2015, o Ministério da Saúde registrou aproximadamente 11 mil surtos de doenças transmitidas por alimentos – DTA, com cerca de 220 mil casos de doentes e 167 óbitos. Dos principais agentes etiológicos identificados, a *Salmonella spp*., *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*, *B. cereus*, *C. perfringens*, Rotavírus e Vírus da Hepatite A, estavam entre eles. Dos alimentos incriminados em surtos de DTA, a maioria era de origem animal, como: ovos e produtos à base de ovos, leite e derivados, carne bovina, suína e de aves in natura, processados e miúdos, frutos do mar e processados (FERREIRA, 2017).

Uma alternativa para diminuir microrganismos patógenos com eficiência, segurança, sendo ambientalmente limpo é o uso da radiação gama. A irradiação baseia-se no uso da radiação ionizante na exposição de um alimento, embalado ou não, a um campo de radiação, frequentemente o cobalto-60, que por sua vez é altamente penetrante, e por um determinado tempo com um objetivo, seja na redução ou destruição de baterias, parasitas, fungos e insetos, sem alterar significativamente as propriedades nutritivas do alimento (NOBREGA, 2017).

Segundo Leal et al. (2004), no Brasil a regulamentação da tecnologia da irradiação de alimentos existe desde 1973 e logo após portarias complementares foram editadas em 1985 e 1989. Além disto, há a determinação de utilização máxima de dose, que não pode ultrapassar 10kGy e a proibição da reirradiação contido na Portaria nº 30 de 02 de agosto de 1989, da Divisão de Alimentos do Ministério da Saúde.

O uso da técnica de irradiação em alimentos é utilizado em mais de 55 países legalmente, e 68 instalações registraram o uso de produtos irradiados e pelo menos 25 deles são encontrados na Ásia e Austrália (JUNQUEIRA-GONÇALVES, 2011).

A legislação brasileira estabelece mediante RDC nº 21 de 2001 da ANVISA, os requisitos gerais para a utilização da irradiação de alimentos com o objetivo de proporcionar qualidade sanitária do produto final. Esta legislação se aplica a alimentos que passaram pelo processo de irradiação, porém não determina as doses exatas que devem ser usadas e nem quais tipos de alimentos podem ser irradiados. Apenas apresenta que deve ser utilizada uma dose mínima suficiente para alcançar à finalidade pretendida e a dose máxima absorvida que não poderá ser menor que a dose que poderá comprometer as propriedades organolépticas, nutritivas e sensoriais do produto. Além do que, a resolução citada enfatiza sobre informar ao consumidor sobre a irradiação do produto, este deve apresentar na embalagem final contendo a seguinte informação: "Alimento Tratado por Processo de irradiação" (BRASIL, 2001).

Diante do exposto, o presente estudo tem a finalidade de discutir os efeitos da radiação gama na conservação dos alimentos de origem animal e na garantia da eliminação de microrganismos e patógenos, sem modificações das propriedades nutritivas e organolépticas, visando à segurança alimentar do consumidor.

METODOLOGIA

O presente artigo é um estudo bibliográfico do tipo exploratório, que segundo Marconi e Lakatos (2008) não há aplicação prática, porém têm por principio a produção de conhecimentos úteis para colaboração no progresso científico. Este tipo de pesquisa aumenta a familiaridade do pesquisador com o tema para a realização de uma pesquisa futura mais precisa ou modificar e esclarecer conceitos.

A pesquisa bibliográfica objetiva explorar as diversas formas de contribuição científica baseada em determinado conteúdo ou fenômeno. Apresentando o levantamento de todo o referencial já publicado em livros, revistas, cartilhas, publicações avulsas e artigos impressos ou virtuais (MARCONI E LAKATOS, 2011).

Esta pesquisa foi composta em três etapas. A primeira delimitou-se em determinar o tema, título, objetivos e metodologia. A segunda etapa fundamentou-se na busca em bases de dados, que a partir do Google Acadêmico acessou a ScieELO, CAPES e PudMED, utilizando os descritores: "Radiação ionizante", "irradiação gama", "Carnes", "Pescado", "produtos lácteos". Logo após a busca das publicações, foram lidos os títulos e seus respectivos resumos, e se selecionados, sucedeu a leitura na íntegra. E por fim, a escolha dos que mais se direcionavam ao objetivo do trabalho. A terceira parte apresentou e discutiu os resultados encontrados.

Os trabalhos que se caracterizavam por serem experimentais e nacionais foram incluídos na seleção; trabalhos publicados fora do período entre 2008 a 2018 foram excluídos da pesquisa.

Dessa forma, o numero de trabalhos selecionados foram de 21, dentre eles se encontravam artigos científicos, dissertações, teses, monografias, livros e trabalhos de conclusão de curso, pois os mesmos colaboraram para a finalidade dessa pesquisa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises realizadas com intuito de mostrar os efeitos da radiação gama nos alimentos estão descritas no Quadro 01, assim como o tipo de alimento avaliado com os seus respectivos autores e ano de publicação da pesquisa.

Quadro 01 – Distribuição das análises realizadas para determinar os efeitos da irradiação nos alimentos pelos autores dos trabalhos selecionados

Tipo de alimento	Análise realizada para determinar os efeitos da irradiação nos alimentos	Autor/ano
Carnes de aves e mamíferos domésticos	- Análise microbiológica - Determinação da Resistência Induzida a Clindamicina	Silva, 2011
	- Análises bacteriológicas e de pH	Alves et al., 2012
	- Análise físico-química, microbiológica e sensorial	Fregonesi, 2013 Miyagusku, 2008
	- Análise microbiológica	Oliveira et al., 2009
	- Análise microbiológica - Determinação de pH - Capacidade de absorção de água - Análise de perda por exsudação (*drip loss*) - Capacidade de retenção de água	Ariadne, 2012
	- Análise de nitrito residual - Pigmentos heme totais e nitrosos - Índices de cor	Dutra et al., 2011
Pescado	- Análise físico-química	Monteiro et al., 2010
	- Análise sensorial	Antony et al., 2011
	- Análises físico-químicas e sensoriais	Guimarães-Lopes, 2012
	- Análise de pH, BVT, TBA e o perfil de análise de textura - Análises de umidade, proteínas lipídeos, cinzas, atividade de água, cor instrumental, colesterol, perfil de ácidos graxos - Análises microbiológicas	Pereira, 2012
	Avaliação da qualidade bacteriológica	Calixto et al., 2009
	Análise sensorial e bacteriológica	Abreu et al., 2008
	Análises bacteriológicas	Santos et al., 2010
Ovos	Análise sensorial, colorimétrica, determinação da eficiência do anticorpo policlonal.	Harder, 2009
Produtos lácteos	Avaliação da disponibilidade de cálcio, pH, composição centesimal e análise sensorial	Leonardi et al., 2011 Dalla Dea et al., 2010
	Análise microbiológica, físico-química e sensorial	Rogovschi, 2015
Mel	Análise microbiológica, físico-química e sensorial	Lírio, 2010
	Análise microbiológica	Souza et al., 2008

	Análise físico-química	Ribeiro et al., 2011

Fonte: Os Autores (2018).

Diante do Quadro 01, percebeu-se que, as análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais foram as mais realizadas como método capaz de apresentar os efeitos que a irradiação no alimento pode causar.

CARNES DE AVES E MAMÍFEROS DOMÉSTICOS

O número e o tipo de microrganismos que se desenvolvem na carne vão resultar de diversas situações, tais como: condições de abate, estresse dos animais, evisceração correta, entre outros (FRANCO E LANDGRAF, 2008).

Silva (2011) ao pesquisar quais doses de radiação melhor se aplicariam para descontaminação de carnes *Jerked beef* comercializadas em mercados no Recife no estado do Pernambuco, verificou que, as doses que se mostraram mais eficazes na diminuição microbiana, foram 4kGy e 6kGy. E apesar da irradiação ter auxiliado, houve ocorrências de cepas com resistência múltiplas mostrando a necessidade de aliar a radiação com boas práticas de fabricação.

A radiação aplicada a carne de cordeiro sob refrigeração, foi estudada por Alves et al. (2012) e Fregonesi (2013) para aplicação de diferentes doses de radiação gama visando estender a vida útil microbiológica, verificar mudanças bacteriológicas e alterações de pH. Os autores concluíram que, o efeito da radiação não foi dose-dependente, e a exposição à radiação gama na dose de 3 kGy foi a mais indicada para mínimas alterações sensoriais no produto e conseguiu estender a vida de prateleira de 14 para 56 dias do lombo de cordeiro armazenado a 1°C e pernil armazenado em temperatura controlada de 0 a 2 °C.

Estudos feitos com peito de frango em diferentes tipos de embalagens, indicaram que a dose máxima ou igual a 3 kGy era a mais adequada para prolongar o armazenamento; para utilizar no controle da microbiota, garantindo assim segurança do consumidor pela eliminação de possíveis patógenos, e não alterar sensorialmente o produto (MIYAGUSKU, 2008; OLIVEIRA et al., 2009; ARIADNE, 2012).

Dutra et al. (2011) estudou os efeitos da adição de nitrito e da irradiação gama usando as doses 0; 7,5 e 15 kGy, nas características relacionadas com a cor de mortadelas durante o armazenamento refrigerado. Eles constataram que, a irradiação aumentou os valores de TBARS (substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico) e diminuiu os níveis de nitrito residual nos 30 dias de armazenamento, entretanto pouco afetou os níveis de PHN (pigmentos heme

nitrosos) das amostras. A irradiação não alterou a cor dos produtos formulados com 150ppm de nitrito. Os autores citados concluíram que mortadelas com mais de 77ppm de nitrito podem ser irradiadas com doses elevadas, sem modificações significativas na cor e nas características químicas dos produtos avaliados sobre as condições estudadas.

PESCADO

O pescado é designado como sendo todo animal que normalmente vive em água, seja doce ou salgada, utilizado para fins alimentícios. Nesse grupo inclui os crustáceos, moluscos, peixes, mamíferos, anfíbios e entre outros (ARAÚJO et al., 2008).

Germano (2011) tratando desse tema fala que o pescado corresponde a um grupo de alimentos que se deterioram rapidamente. Além dos microrganismos deterioradores, diversos patógenos são encontrados nesses alimentos, os mais detectados são bactérias (*salmonela spp, staphylococcus aureus, clostridium perfringens*, etc.), vírus (hepatite A) e alguns parasitas (*anisakis spp*).

Dentro dos resultados de Monteiro et al., 2010 que avaliou os efeitos físicos e químicos da irradiação e da evisceração, aplicadas isoladamente ou combinadas, em atum (*Thunnus atlanticus*) refrigerado, aplicando doses de 2,5kGy, concluiu que essa dose de irradiação foi suficiente para retardamento da decomposição proteica auxiliando na conservação do atum resfriado, prolongando em torno de 1 semana sua vida de prateleira.

Na análise da qualidade bacteriológica de anéis de lula congelados depois de irradiados com uma fonte de Césio-137 (Cs^{137}), Calixto (2009) aplicou doses de 0 kGy (controle), 1,5 kGy e 3,0 kGy e realizou a contagens de unidades formadoras de colónias bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas e psicrotróficas. E constatou que, a radiação gama foi eficaz na melhoria da qualidade bacteriana, ou seja, na redução da carga bacteriana se assemelhando ao processo de pasteurização. As doses de 1,5 kGy mostrou-se a mais apropriada para os microrganismos patógenos, enquanto que a dose de 3,0 kGy foi capaz de eliminar microrganismos causadores da deterioração dos alimentos resfriados e congelados.

O mesmo se deu na utilização da radiação gama em carnes de siri congelada, mostrando sua eficácia com doses de 3 e 5 kGy para eliminação de bactérias heterotróficas aeróbias psicotrópicas (SANTOS et al., 2010). Assim como o autor anterior, Abreu et al. (2008) utilizou-se da radiação gama para eliminação dessas mesmas bactérias. Eles utilizaram doses de 3; 5 e 7kGy em amostras de filé de peixe-sapo refrigerado e confirmaram que a

irradiação auxilia no processo de conservação sendo a dose de radiação gama de 5kGy a mais eficiente na manutenção da qualidade bacteriológica e sensorial.

O camarão foi analisado para avaliação sensorial e composição físico-química após a irradiação, e foi contatado que a radiação assegura a manutenção da composição física e química e mostra a eficácia na conservação do camarão *Litopenaeus vanname* e *Pleoticus muelleri.* Doses de 1,5; 2, 3 e 4 kGy apresentaram promissoras como métodos de conservação e segurança microbiológica durante o armazenamento do que o produto refrigerado convencional. Vale destacar também que, a irradiação não é indicada para controle de alérgenos em camarões, por demostrar baixo impacto na modificação da estrutura protéica alergênica (ANTHONY et al., 2011; GUIMARÃES-LOPES, 2012; PEREIRA, 2014).

OVOS

Harder (2009) analisando sobre o impacto da radiação na desativação da proteína alergênica ovomucóide, utilizando doses de 10, 20 e 30kGy, encontrou que a irradiação gama não muda a estrutura da proteína, de acordo com as formas de avaliação do estudo e doses aplicadas. Entretanto, em relação à cor e viscosidade visual, as amostras de ovos apresentaram algumas modificações.

Germano (2011) tratando desse assunto, aborda que doses mais baixas como 2kGy são suficientes para diminuir em até 1000 vezes a quantidade de salmonelas em ovos (em pó e de gemas de ovos sólidos), e com a vantagem de não alterar as propriedades nutritivas e sensórias desses alimentos, porém, doses elevadas podem afetar tais características.

PRODUTOS LÁCTEOS

Leite bovino irradiado com doses de 1,0 kGy armazenadas a 4 °C com avaliações 1º, 4º, 7º e 10º dias de armazenamento, se mostraram melhores para a disponibilidade de cálcio e aspecto sensorial, por causa da estabilidade do pH durante o período de 10 dias. Porém apresentou algumas alterações sensoriais de odor característico e adocicado e por isso foi menos aceita (LEONARDI et al., 2011).

Com objetivo semelhante, Dalla Dea et al. (2010) irradiou amostras de leite integral de búfala e constatou que as doses de 0,25; 0,50; 0,75 e 1,0 kGy não alteraram ou modificaram a disponibilidade de cálcio.

Para avaliação dos efeitos da radiação ionizante nos aspectos microbiológicos, físico-químicos e sensoriais de sorvetes, Rogovschi (2015) utilizou-se de doses de 1; 2; 3 e 4 kGy e constatou que as amostras irradiadas com 3,0kGy foram as mais aceitas sensorialmente, apesar de demostrarem alterações na textura do sorvete e os parâmetros de cor na análise colorimétrica. Também apresentaram uma redução para a maioria dos microrganismos (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Salmonella Abaetetuba*).

MEL

Há um número limitado de pesquisas sobre irradiação em méis. Os estudos encontrados tem como foco a avaliação de parâmetros físico-químicos e microbiológicos em diferentes doses de radiação.

A caracterização físico-química e sensorial de mel de abelha de floradas silvestres irradiados a 5, 10, 15 e 25 kGy foi estudada e contatou-se dessa pesquisa que as variações foram irrelevantes das amostras irradiadas em comparação aos valores das amostras controle. Em relação aos aspectos sensoriais, não ocorreu alterações significativas, nem no sabor nem no odor, apenas em doses altas as amostras ficaram mais claras (SOUZA et al., 2008).

Ribeiro et al. (2011) pesquisando as possíveis consequências da irradiação em méis de abelhas Apis melífera, evidenciou que as propriedades físico-químicas como sacarose, glicídios redutores e não redutores, e entre outros, não se modificaram significativamente com a aplicação da dose de 10 kGy de radiação ionizante, e especificamente a umidade e acidez se aprimoraram numa perspectiva tecnológica, visto que aumentou a vida de prateleira do produto.

Lírio (2010) avaliou os aspectos físico-químicos, microbiológico e sensorial de méis do tipo monoflorais de eucalipto e de laranjeira e polifloral silvestre após terem passados pela irradiação com doses de 5, 10, 15 e 25 kGy, e encontrou que o aumento da dose irradiante eleva o número de alterações significativas dos parâmetros analisados, especificamente as características físico-químicas das amostras irradiadas quando comparadas as amostras não-irradiadas. No estudo microbiológico indicou ausência de contaminações. Em relação a irradiação, as doses de 5 e 10 kGy induziram uma redução significativa das contagens de bactérias mesófilas aeróbias, fungos filamentosos e leveduras, sendo a dose de 5 kGy a mais recomendada para entregar o produto mantendo suas propriedade de origem.

CONCLUSÃO

Este tema é de grande relevância para a sociedade, assim como para os pesquisadores interessados na área, pois traz uma ampla visão sobre as pesquisas que estão sendo feitas a respeito, e auxiliar como base de conhecimento sobre o assunto.

A irradiação aplicada aos alimentos pode beneficiar a sociedade por meio de produtos mais seguros e saudáveis, visto que, a radiação gama pode eliminar microrganismos causadores de doenças, principalmente em carnes e pescado e não modificando significativamente as propriedades nutricionais e sensoriais dos mesmos.

Evidenciou-se no presente estudo que a disponibilidade de cálcio no leite não é alterada por causa da irradiação, porém pode afetar alguns aspectos sensoriais, assim como em ovos, que quando utilizadas doses de radiações altas não houve indícios de alteração da proteína alergênica ovomucóide, entretanto, em relação à cor e viscosidade visual, as amostras de ovos apresentaram algumas modificações. Em relação ao uso da radiação em méis, o que se percebeu foi que doses de 5 e 10 kGy podem reduzir o número de bactérias presentes nesses alimentos.

É clara a necessidade de estudos mais aprofundados para concretizar os benefícios que a irradiação pode trazer para a indústria alimentícia, como também para a saúde da população, em razão do seu poder de destruir patógenos e prolongar a vida de prateleira de alimentos de origem animal.

REFERÊNCIAS

ABREU, M.G.; FREITAS, M.Q.; OLIVEIRA DE JESUS, E.F.O.; CLEMENTE, S.C.S.; FRANCO, R.M.; BORGES, A. Caracterização sensorial e análise bacteriológica do peixe-sapo (*Lophius gastrophysus*) refrigerado e irradiado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.2, p.498-503, mar-abr, 2008.

ALVES, F.J.X.; SILVA, T.J.P.; FRANCO, R.M. Efeito da radiação gama sobre a contaminação da carne resfriada de cordeiro Santa Inês. **Rev Inst Adolfo Lutz**. São Paulo, 2012; 71(3):588-92.

ANTONY, M.; MESQUITA, E. F. M. de; KAJISHIMA, S.; SOUZA, M. C. L. Análise sensorial do camarão santana ou vermelho, Pleoticus muelleri (malacostraca: aristeidae), refrigerado e irradiado. **Arq. Ciênc. Vet. Zool**. UNIPAR, Umuarama, v. 14, n. 2, p. 87-90, jul./dez. 2011.

ARAÚJO, W.M.C.; MONTEBELLO, N.D.P.; BOTELHO, R.B.A.; BORGO, L.A. **Alquimia dos alimentos**. Editora: Senac Nacional, 2008.

ARIADNE, M.S. **Qualidade da carne de frango submetida à radiação gama e diferentes tipos de embalagens**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade José do Rosário Vellano. Alfenas, 2012.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de vigilância Sanitária. **Resolução nº 21, de 26 janeiro 2001**, Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/l. Acesso em: 03/03/2018.

CALIXTO, F.A.A.; FRANCO, R.M.; MESQUITA, E.F.M.; VITAL, H.C.; MURAYAMA, E. Avaliação bacteriológica de anéis de lula, *Dorytheutis plei* (Blainville, 1823) (Mollusca: Cephalopoda), congelados e irradiados. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias** 104 (569-572) 71-75, 2009.

DALLA DEA, R.C.; SILVA, M.V.; CANNIATTI BRAZACA, S.G.; ARTHUR, V. Disponibilidade de cálcio do leite de búfala irradiado por raios gama. **Alim. Nutr**., Araraquara, v. 21, n. 2, p. 203-208, abr./jun. 2010

DUTRA, M.P.; RAMOS, E.M.; RAMOS, A.L.S.; FONTES, P.R.; CARDOSO, G.P.; LEAL, A.S. Radiação gama e tempo de armazenamento sobre a oxidação lipídica, cor objetiva, pigmentos heme e nitrito residual de mortadelas elaboradas com diferentes níveis de nitrito. **Ciência Rural**, v.41, n.12, dez, 2011.

FERREIRA, Jéssica de Aragão Freire. **Panorama das Doenças Transmitidas por Alimentos no Brasil entre 2000 e 2015**. Dissertação (Mestrado em Nutrição em Saúde Pública) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, 2017.

FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia de Alimentos**. São Paulo (SP): Livraria Atheneu; 2008.

FREGONESI, R.P. **Radiação gama aplicada para estender a vida útil da carne de cordeiro embalada a vácuo e armazenada sob refrigeração**. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2013.

GERMANO, P.M.L. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos: qualidade das matérias-primas, doenças transmitidas por alimentos, treinamento de recursos humanos**. 4.ed. – Barueri, SP: Manole, 2011.

GUIMARÃES-LOPES, T. G. **Efeito da radiação gama na reatividade alergênica e nas propriedades físico-químicas e sensoriais de camarão (*Litopenaeus vannamei*)**. 2012. 91 f. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

HARDER, M. N. C. **Efeito da radiação gama em proteínas alergênicas de ovos de galinhas poedeiras**. 2009. 61 f. Tese (Doutorado) – Centro de energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

JUNQUEIRA-GONÇALVES, M.P. et al. Perception and view of consumers on food irradiation and the Radura symbol. **Radiation Physics and Chemistry**. v.80, n.1, p.119-122, jan., 2011.

LEAL, A.S.; et al. Ressonância paramagnética eletrônica–RPE aplicada à análise de especiarias irradiadas (com radiação gama). **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.24, n.3, p.427-430, jul.-set. 2004.

LEONARDI, A. L.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G.; ARTHUR, V. Disponibilidade de cálcio em leite bovino tratado por raios gama. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, vol. 31, núm. 1, pp. 31-40, Jan-Mar, 2011,

LIRIO, Fábio Cerdeira. **Caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de méis florais irradiados.** 2010. 154p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos). Escola de Química, Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Ilha do Fundão, RJ, 2010.

MARCONI, M. A; LAKATOS, E. V. **Metodologia científica**. 6.ed. São Paulo: Editora: Atlas, 2011.

MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M. **Técnicas de pesquisa**: planejamento e execução de pesquisas; amostragens e técnicas de pesquisa; elaboração, análise e interpretação de dados. 7ª ed. São Paulo, SP: Atlas, 2008.

MIYAGUSKU, Luciana. **A Influência da radiação ionizante (60co) na manutenção da qualidade físico-química, microbiológica e sensorial de cortes de coxa e filé de peito de frango acondicionado em diferentes sistemas de embalagens**. Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos – Campinas, SP: [s.n.], 2008.

MONTEIRO, M.L.G.; MÁRSICO, E.T.; VITAL, H.C. Avaliação físico-química dos efeitos da irradiação e da evisceração na conservação de atum (*Thunnus atlanticus*) refrigerado. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, 109 (573-576) 45-48, 2010.

NOBREGA, A. I. (Org.) **Tecnologia radiológica e diagnóstico por imagem**, volume 4: saúde e formação profissional. – 6.ed. – São Caetano do Sul, SP: Difusora Editora, 2017.

OLIVEIRA, A.L.; PEREIRA, M.T.; BUENO, P.H.S.; OLIVEIRA, R.B.P.; PINTO, F.C.; CORREIA, R.F.; MACHADO, M.M. Qualidade microbiologica da carne de frango irradiada em embalagem convencional e a vácuo. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**., v.61, n.5, p.1210-1217, 2009.

PEREIRA, A.C.S.C. **Efeitos da radiação ionizante na qualidade do camarão branco do pacífico (*Litopenaeus vannamei*)**. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014.

RIBEIRO, R.O.R.; BAPTISTA, R.F.; VITAL, H.C.V.; CARNEIRO, C.S.; MANO, S.B; MÁRSICO, E.T. Características físico-químicas de méis irradiados produzidos por Apis mellifera. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.5, n.2, p.163-167, 2011.

ROGOVSCHI, V.D. **Avaliação dos efeitos da radiação ionizante nos aspectos microbiológicos, físico-químicos e sensoriais de sorvetes** (Tese). Universidade de São Paulo - SP, 2015.

SANTOS , E.B.; MANTILLA, S.P.S.; SILVA, R.A.; CANTO , A.C.V.C.S.; NUNES, E.S.C.L.; FRANCO , R.M.; JESUS, E.F.O. Radiação gama na redução da microbiota de carne de siri (*callinectes Sapidus*) pré-cozida, congelada e inspecionada. **Bol. Inst. Pesca**, São Paulo, 36(3): 175 – 183, 2010.

SILVA, M.A. **Efeito da radiação gama na descontaminação de *jerked beff* comercializado em Recife-PE**. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Pernambuco – Recife – PE, 2011.

SOUZA, M.C.L.; JESUS, E.F.O.; LOPES, R.T.; LEMOS, C.S.; BORGES, V.B.; ASSIS, J.T.; VITAL, H.C.; VILA, A.J.M.; GOMES, S.R. Caracterização físico-química e sensorial de mel de abelhas de floradas silvestres irradiado. **Higiene Alimentar**, v.22, n.160, p. 89-92, 2008.

VENTURA, C.C. Alimentos animais e de origem animal. In revista **O SEGREDO DA TERRA** primavera, 2011. Disponível em: http://institutohipocratesonline.com/ index.php/medicinas-nao-convencionais/alimentacao/253-alimentos-animais.pdf. Acesso em: 02/04/2018.